Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA ZU BERLIN.

Redakteur: **Dr. P. Schwahn.**

XI. Jahrgang.

BERLIN.

Verlag von Hermann Paetel.

1899.

Verzeichnis der Mitarbeiter

am XI. Bande der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde".

Blankenhorn, M., Dr., in Cairo.
Curtze, M., Prof. Dr., in Thorn.
Foerster, W., Prof. Dr., in Berlin.
Frehde, P., in Schönebeck a. E.
Ginzel, F. K, in Berlin.
Günther, L., in Stettin.
Häpke, L., Dr., in Bremen.
Hahn, R., in Leer.
Jacobowski, A., in Bromberg.
Keilhack, K., Dr., in Berlin.
Kny, L., Prof. Dr., in Berlin.
Kronecker, F., Dr., in Berlin.
Koerber, F., Dr., in Steglitz.
Koppe, C., Prof. Dr., in Braunschweig.
Less, E., Dr., in Berlin.
Maafs, G, Dr., in Berlin.
Müller, C., Prof. Dr., in Berlin.
Müller, P., in Zittau.
Rümker, G., in Hamburg.
Scheiner, J., Prof. Dr., in Potsdam.
Schmidt, A., Dr., in Berlin.
Schwahn, P., Dr., in Berlin.
Spies, P., Dr., in Berlin.
Süring, F., Dr., in Potsdam.
Wensky, W., in Berlin.
Witt, G., in Berlin.
Zimmermann, A., Prof. Dr., in Buitenzorg.

Inhalt des elften Bandes.

Grössere Aufsätze.

Seite

Mitteilungen.

Seite

Bibliographisches.

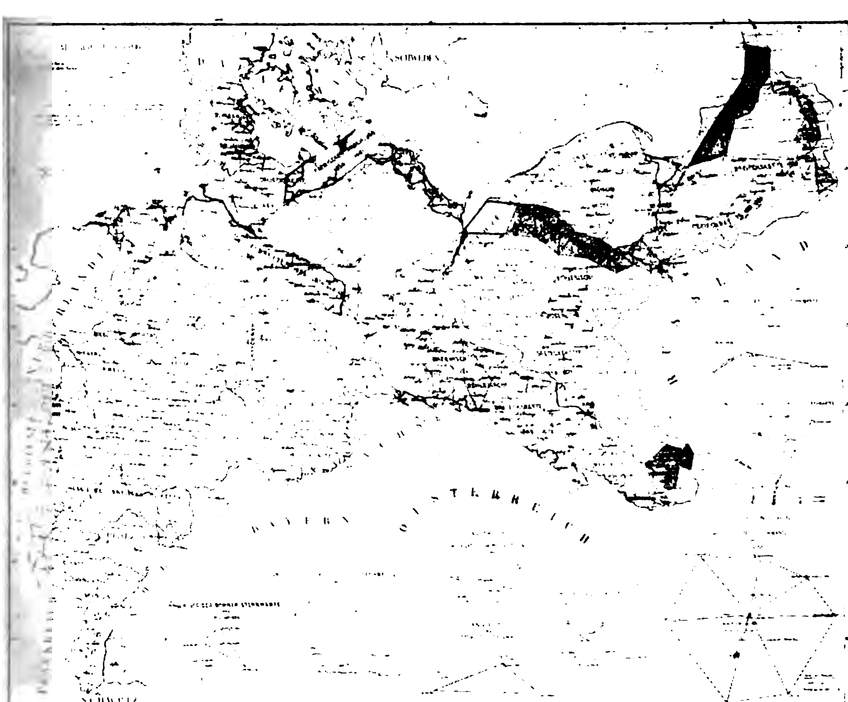
Himmelserscheinungen.

Sprechsaal.

Namen- und Sachregister
zum elften Bande.



Dreiecksnetz der internationalen Erdmessung.



Dreiecksnetz I. Ordnung der Königl. Preufsischen Landes-Aufnahme.

Himmel und Erde
Gesellschaft Urania Berlin

Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung.

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

Die Anschauungen und Vorstellungen der Menschen von der Gestalt und Gröfse der Erde, welche ihren Wohnsitz bildet, entsprechen dem jeweiligen Stande ihrer Naturerkenntnis und gewähren ein charakteristisches Abbild der letzteren, sowie ihrer fortschreitenden Entwickelung. Ungezählte Jahrtausende galt ihnen die Erde dem unmittelbaren Anscheine nach als eine Scheibe, vom Ozean umflutet und vom Himmelsdome überwölbt, der auf ihr ruhte; auch Homer beschreibt sie als solche. Die griechischen Philosophen aber, unter ihnen namentlich Pythagoras, erkannten die Unhaltbarkeit dieser primitiven Anschauung. Sie ersetzten die Scheibe durch eine Kugel, und nahezu zwei Jahrtausende hindurch wurde dann ihrer Lehre entsprechend als unumstöfsliche Wahrheit angenommen, dafs die Erde eine kugelförmige, also durchaus regelmäfsige Gestalt habe, bis der Scharfsinn des grofsen Newton aus theoretischen Erwägungen folgerte, auch diese Ansicht könne der Wahrheit nicht entsprechen, vielmehr müsse die Erde die Gestalt eines an den Polen abgeplatteten Ellipsoides haben. Auch er ging noch von der Voraussetzung aus, dafs die mathematische Erdoberfläche eine nach einfachen Gesetzen gebildete und daher durch eine geschlossene Formel (Kugel, Rotationsellipsoid) darstellbare Fläche sei. Erst die Erdmessungsarbeiten der letzten Jahrhunderte und namentlich diejenigen des neunzehnten Jahrhunderts haben diese Vorstellung wesentlich modifiziert; zugleich erfuhren die Untersuchungen zur Bestimmung der wahren mathemathischen Erdgestalt eine weit gröfsere Ausdehnung und Vertiefung.

Wäre die Erde ganz mit Wasser bedekt und dieses in Ruhe, so würde seine Oberfläche der „mathematischen“ Erdoberfläche entsprechen. Diese Fläche würde in jedem ihrer Teile normal zur Schwererichtung sein, und zugleich müſste der Druck auf die Flächeneinheit an allen Stellen derselbe, d. h. die Fläche eine „Niveaufläche“ sein. Die Oberflächen unserer Meere, aus denen die Kontinente hervorragen, sind in ihrer mittleren Ruhelage Teile ein und derselben Niveaufläche, wenigstens sehr nahe; sie bilden also den einen sichtbaren Teil der mathematischen Oberfläche der Erde. Denkt man sich dieselben unter den Kontinenten fortgesetzt zu einer zusammenhängenden, die ganze Erde umschlieſsenden „Niveaufläche“, d. h. einer solchen, welche den obigen beiden Bedingungen genügt, so erhält man die wahre mathematische Erdoberfläche, d. h. die Oberfläche des Geoides. Dieselbe entsteht unter der Einwirkung der Schwerkraft, d. h. der Anziehung aller Massenteilchen auf jeden ihrer Punkte sowie unter der Centrifugalkraft infolge der Umdrehung der Erde. Da die verschiedenen Massen, aus denen die Erde zusammengesetzt ist, ungleiche Dichte haben und unregelmäſsig gelagert sind, so wird diese mathematische Erdoberfläche keine regelmäſsige, durch einfache mathematische Formeln ausdrückbare Gestalt haben können. An Stelle eines geschlossenen mathematischen Ausdruckes ist daher die folgende Definition zu setzen: Als mathematische Erdoberfläche ist diejenige Niveaufläche der Erde zu betrachten, von welcher die Begrenzungsflächen der Ozeane in ihrer mittleren Lage den einen sichtbaren Teil bilden, und die man sich unter und durch die Kontinente entsprechend fortgeführt zu denken hat.

Die Beobachtungen und Messungen zur Bestimmung der mathematischen Oberfläche der Erde geschehen auf ihrer physischen Oberfläche, d. h. ihrer festen oder flüssigen Begrenzung. Diese ist ganz regellos gebildet und gestaltet, wie der unmittelbare Augenschein lehrt. Aber auch die eben zuvor als wahre mathematische Erdoberfläche definierte Niveaufläche hat infolge ihrer Abhängigkeit von der Schwere, d. h. der Gesamtanziehung aller Massenteilchen, eine sehr komplizierte Gestalt. Auch sie läſst sich nur empirisch und immer nur stückweise ermitteln, durch Messung des Abstandes einer Anzahl ihrer Punkte von ein und derselben als Vergleichsfläche angenommenen regelmäſsig gebildeten Fläche, ganz analog wie man die plastische Form der natürlichen Erdoberfläche durch Höhenmessungen zahlreicher Terrainpunkte in Bezug auf einen gemeinsamen Vergleichshorizont bestimmt. Dies ist natürlich ein sehr langwieriger Prozeſs,

und da jede solche Punktbestimmung die genauesten und feinsten astronomisch-geodätischen Messungen verlangt, so ist die Arbeit der Bestimmung der wahren mathematischen Erdgestalt zugleich mit der tieferen Erkenntnis und genaueren Definierung derselben gleichsam ins Endlose gewachsen.

Solange die mathematische Erdgestalt als kugelförmig galt, genügte die Messung eines Grades eines gröfsten Kreises dieser Kugel zur Bestimmung ihres Durchmessers und somit auch ihrer Gröfse, daher die Bezeichnung „Gradmessungen“ für die älteren Erdmessungsarbeiten. Diese waren somit verhältnismäfsig einfacher Natur. Die



Newton.

Höhe desjenigen Punktes über dem Horizonte einer Beobachtungsstation, in welchem die verlängerte Erdaxe das Himmelsgewölbe trifft, und den alle Gestirne in ihrem scheinbaren täglichen Laufe als festen Pol umkreisen, ist um so gröfser, je weiter vom Äquator und je näher am Pol der Erde der Beobachter sich befindet, und bekanntermafsen gleich der geographischen Breite des Standortes. Mifst man die Entfernung zwischen zwei Punkten auf der Erde, von denen der eine genau nördlich vom anderen liegt, also in demselben Meridiane mit ihm, so findet man für einen Polhöhen- oder Breiten-Unterschied der beiden Punkte von einem Grade einen linearen Abstand von nahezu 111 km. Ist die Erde eine Kugel, so hat man in diesem Längenmafse den dreihundertundsechzigsten Teil des ganzen Erd-

umfanges gemessen und kann daraus die Länge des gröfsten Kugel kreises und den Radius der Erdkugel leicht berechnen. Auf solche Weise bestimmte schon Erathostenes angenähert die Gröfse der Erde.

Nahezu zwei Jahrtausende vergingen, bevor man erkannte, dafs die Länge der Meridian-Grade nicht unter allen geographischen Breiten die gleiche ist, sondern um so gröfser wird, je mehr man sich den Polen nähert. Erst die im vorigen Jahrhundert von den Franzosen in Peru und in Lappland, also unter sehr verschiedenen geographischen Breiten vorgenommenen Gradmessungsarbeiten bewiesen dies zweifellos. Sie führten zu einer genaueren Kenntnis der Gestalt und Gröfse der Erde, sowie zugleich zur Bestimmung des metrischen Mafssytems, indem man die Einheit desselben, das Meter, als vierzigmillionsten Teil eines Erdmeridianes definierte. Teilt man den Kreis nach der sogenannten neuen Teilung in 400 Grade und den Grad in 100 Bogenminuten, so wird eine solche Bogenminute gleich dem vierzigtausendsten Teile des ganzen Umfanges, somit in Längenmafs gleich 1000 m sein, wenn man den gröfsten Kreis der kugelförmig angenommenen Erde nach Längenmafs in vierzig Millionen Meter teilt; daher die Einteilung des Erdumfanges in 40 Millionen Teile, weil dabei eine Bogenminute die Länge von einem Kilometer erhält.

Der grofse Königsberger Astronom Bessel bewies sodann zu Anfang unseres Jahrhunderts durch einheitliche Bearbeitung der inzwischen in verschiedenen Erdteilen ausgeführten Gradmessungen, dafs das Meter als „Naturmafs“ nicht eindeutig definiert sei, insofern die verschiedenen Erdmeridiane nicht ein und dieselbe Längenausdehnung besitzen. Den Vorteilen gegenüber jedoch, welche ein einheitliches metrisches Mafs- und Gewichtssystem bietet, konnte dieser Umstand, wie die Erfahrung gelehrt, nicht so schwer ins Gewicht fallen, um seiner allgemeinen Einführung hindernd in den Weg zu treten, und nicht das geringste Verdienst der Erdmessungsarbeiten ist es, den gesitteten Nationen zu diesem einheitlichen Mafs- und Gewichtssysteme verholfen zu haben.

Bessels Berechnungen und Untersuchungen zeigten ferner, dafs die mathematische Erdgestalt angenähert derjenigen eines an den Polen abgeplatteten Rotationsellipsoides entspricht, dafs aber die wahre mathematische Erdoberfläche im einzelnen mancherlei Abweichungen von einer gesetzmäfsig gebildeten Ellipsoidfläche besitzt, und dafs diese Unregelmäfsigkeiten nur durch ausgedehnte und planmäfsig vorgenommene Spezialuntersuchungen ermittelt werden können. Letztere in grofsem Stile und auf der ganzen Erde nach einheitlichem

Plane durchzuführen, hat sich die „internationale Erdmessung“ zur Aufgabe gestellt. Anfang der sechziger Jahre vom preufsischen General Bayer, dem Mitarbeiter Bessels, in bescheidenem Umfange als „mitteleuropäische Gradmessung“ begründet, ist dieselbe in wenigen Jahrzehnten zur grofsartigsten wissenschaftlichen Vereinigung aller Kulturvölker angewachsen. Entsprechend ihrem Umfange und ihren Mitteln hat sich dieselbe, nachdem zwei Jahrtausende hindurch die Erde als Kugel gegolten hat, nachdem im vergangenen Jahrhunderte die ausgezeichneten Arbeiten der grofsen französischen Geometer in der Ermittelung ihrer ellipsoidischen Gestalt der Wahrheit einen Schritt näher geführt hatten, nunmehr als Ziel gestellt, ihre wahre mathematische Gestalt zu erforschen, eine schier endlose Riesenarbeit, welche mit der fortschreitenden Erkenntnis und Vertiefung durch das Hineingreifen in andere, verwandte Wissenszweige und Forschungsgebiete stetig an Umfang noch zunimmt. Der Zweck der Vereinigung und ihrer gemeinsamen Arbeiten ist zunächst ein rein wissenschaftlicher. Ihr Einflufs aber auf das praktische Leben tritt unverkennbar hervor in den internationalen Schöpfungen zur Feststellung und Sicherung der metrischen Mafs- und Gewichts-Einheiten, der elektrischen Mafseinheiten etc. und namentlich auf dem Gebiete der praktischen Geometrie. Am nächsten ist naturgemäfs der Zusammenhang der wissenschaftlichen Geodäsie mit der Astronomie, da die Bestimmung der mathematischen Erdoberfläche durch die Verbindung und Vergleichung geodätischer und astronomischer Ortsbestimmungen erfolgt.

Eine der folgenreichsten Entdeckungen aller Zeiten ist die Auffindung des allgemeinen Gravitations-Gesetzes durch Newton. Schon in seinem 23. Jahre war der grofse Naturforscher auf den Gedanken gekommen, dafs es dieselbe Kraft sein müsse, welche den Mond anstatt geradlinig fortzueilen zwingt, um die Erde zu kreisen, die auf der Erde selbst die Gesetze des freien Falls bedingt. Wirkt diese Kraft auch auf den Mond, wie auf der Erde, im umgekehrten quadratischen Verhältnifs der Entfernung ein, so mufs das Gravitations-Gesetz als ein allgemeingültiges Naturgesetz betrachtet werden, welches das ganze Universum beherrscht und die Bahnen der gröfsten Himmelskörper wie der kleinsten Weltteilchen regelt. Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde beträgt ca. 60 Erdhalbmesser. Aus der Gröfse des letzteren und der Umlaufszeit des Mondes läfst sich sein Fall gegen die Erde in jeder Zeit berechnen, zunächst in Teilen des Erdhalbmessers, und, wenn dieser seiner Länge nach bekannt ist, auch in dem gleichen Längenmafse. Als Newton gegen die Mitte des sieben-

zehnten Jahrhunderts diese Berechnung anstellte, war die Gröfse der Erde noch so wenig genau bestimmt, und die Abweichung des von ihm mit dem unrichtigen Erdhalbmesser berechneten Wertes von dem den Fallgesetzen entsprechenden Resultate so grofs, dafs Newton an der allgemeinen Gültigkeit dieses Gesetzes zweifelte und seinen Gedanken nicht weiter verfolgte. Erst 15 Jahre später, als er von einer neueren, genaueren französischen Gradmessung hörte, welche, unter Picards Leitung ausgeführt, das Mafs des mittleren Erdradius wesentlich gröfser ergeben hatte, nahm er seine früheren Rechnungen wieder auf und bemerkte nun sehr bald, dafs das Endergebnis dem von ihm ermittelten Gesetze entsprechen würde. Diese Bemerkung versetzte ihn in eine solche fieberhafte Aufregung, dafs er nicht weiter rechnen konnte und einen Freund bitten mufste, die begonnene Rechnung zu Ende zu führen. Als ihm einstmals sein Lieblingshund ein kostbares Manuskript, die Frucht langjähriger Geistesarbeit, während seiner Abwesenheit vom Tische in das Kaminfeuer gezerrt hatte, wo es verkohlte, strafte Newton ihn nur mit den Worten: „Wenn du wüfstest, welchen Schmerz du mir bereitet hast“. Wie weitschauend mufs der Geist eines solchen Mannes gewesen sein, dafs die Erkenntnis, seine Vermutung in Betreff des Gravitations-Gesetzes bestätigt zu sehen, ihn unfähig machen konnte, eine einfache Rechnung zu Ende zu führen, welche ihm die Gewifsheit verschaffen mufste! Aber in der That ist kaum eine wissenschaftliche Entdeckung folgenreicher gewesen als diese. Ruht doch auf ihr das ganze stolze Gebäude der theoretischen Astronomie, ausgebaut namentlich von dem grofsen Geometer Laplace in seiner „Mechanik des Himmels“ und weiterhin immer mehr bestätigt durch theoretische Vorausberechnungen und ihnen entsprechende Ergebnisse der verfeinerten Beobachtungskunst.

Einen weitgehenden Einflufs auf die Beobachtungskunst, namentlich in der Astronomie und Geodäsie, hatte die Entdeckung der Fehlerausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate durch den grofsen Braunschweiger Mathematiker und Geodäten Karl Friedrich Gauss. Diese Ausgleichungsmethode dient allen Messungen der höheren und der niederen Geodäsie in gleicher Weise als leitende Richtschnur, den ersteren, um mit den feinsten Mitteln die genauesten Resultate zu erzielen, den anderen, um in rationeller Weise, d. h. mit zweckentsprechendem Aufwande von Zeit und Kosten, eine ausreichende Genauigkeit zu erreichen. Bei den feineren Messungen auf allen Gebieten der Beobachtungskunst, welche auf wissenschaftliche Genauigkeit Anspruch machen, ist die Bestimmung des jeweils

erreichten Genauigkeitsgrades durch eine Ausgleichung und Fehlerberechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate ein als ganz selbstverständlich betrachtetes Erfordernis. Aber auch bei den praktischen Vermessungs-Arbeiten der niederen Geodäsie gründen sich die Genauigkeitsanforderungen, wie solche z. B. von Seiten des Staates in Bezug auf Länge und Winkelmessungen, Flächeninhalts-Ermittelungen von Grundstücken vorgeschrieben werden, wesentlich auf das Gausssche Ausgleichungs-Verfahren.

Um dies zu veranschaulichen, sei folgendes bemerkt. Angenommen,



Karl Friedrich Gauss.

ein und dasselbe Grundstück werde von einer gröſseren Anzahl von Feldmessern gemessen, jedesmal mit der gleichen Sorgfalt und unabhängig von allen übrigen. Stellt man dann die Resultate zusammen, so werden dieselben infolge der unvermeidlichen Fehler alle etwas von einander abweichen. Das arithmetische Mittel ist hier der wahrscheinlichste Wert, da alle Messungen unter denselben Umständen und mit gleicher Sorgfalt ausgeführt wurden und somit als gleichwertig zu betrachten sind. Die einzelnen Werte selbst werden mehr oder weniger von dem Mittel abweichen, teils nach der einen, teils nach der anderen Seite; aus allen Abweichungen zusammengenommen wird man aber eine mittlere Abweichung oder einen mittleren

Fehler ableiten können, der dann für diese Art Messung charakteristisch ist in der Art, dafs, wenn dieselben Feldmesser unter analogen Verhältnissen ein anderes Grundstück in gleicher Weise aufnehmen, auch der mittlere Fehler sehr nahe derselbe werden müfste, wenn auch die Einzel-Abweichungen wieder sehr verschieden ausfallen. Sehr grofse Fehler werden nur verhältnismäfsig selten vorkommen und um so seltener, je gröfser sie sind. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt nun, in welchem Verhältnis die Häufigkeit des Fehler-Vorkommens durch die Gröfse der Fehler im Vergleich zum mittleren Fehler bedingt wird. So ist z. B. die Wahrscheinlichkeit, dafs ein Fehler vorkommt, welcher den 4fachen Betrag des mittleren Fehlers erreicht, noch nicht $^1/_{1000}$; mit anderen Worten, wenn in obigem Beispiele 1000 Feldmesser das Grundstück messen, oder, was auf das Gleiche hinausläuft, wenn ein Feldmesser 1000 Grundstücke mit gleicher Sorgfalt mifst, so wird unter allen diesen Messungsresultaten noch nicht ein einziges sein, welches um den 4fachen Betrag des mittleren Fehlers unsicher oder unrichtig sein kann. Der Staat wird daher seinen Feldmessern mit Recht vorschreiben dürfen, dafs ein solcher Fehler unstatthaft ist, und dafs die betreffende Aufnahme als ungültig angesehen und neu gemacht werden mufs, wenn dieses Mafs doch einmal erreicht oder gar überschritten werden sollte. So wie man hiernach aus vielfach wiederholten Vermessungen für ein Grundstück einen mittleren Messungsfehler für diese Art Aufnahme herzuleiten vermag, so kann man dies naturgemäfs auf analogem Wege auch für andere Arten von Messungen und Aufnahmen ausführen und in solcher Weise „rationelle“ Genauigkeits-Vorschriften für das gesamte staatliche Vermessungswesen festsetzen. Was aber für die einfachen Messungen der niederen Geodäsie angeführt wurde, gilt in weit höherem Grade von den feineren Messungen und verwickelteren Bestimmungen der höheren Geodäsie, indem die Ausgleichung und Fehlerberechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate dort zugleich lehrt, wie die Beobachtungen anzuordnen und zu modifizieren sind, um Fehlerquellen thunlichst zu vermeiden und so die genauesten Resultate zu erzielen.

In beiden Fällen wurde ein rationelles Vorgehen bei den vorzunehmenden Vermessungsarbeiten erst durch die Gaussche Methode der Ausgleichung und Fehlerberechnung ermöglicht.

Das gesamte Anwendungsgebiet der Geodäsie oder praktischen Geometrie ist ein sehr umfangreiches und vielseitiges, wie solches schon bei der blofsen Aufzählung derjenigen Institute erhellt, an

denen sie gelehrt wird. Die höhere Geodäsie hat ihre Vertreter vornehmlich an den Universitäten, die Geodäsie für technische Arbeiten an den technischen Hochschulen, das Vermessungswesen für wirtschaftliche Zwecke, Kataster, Zusammenlegungen etc. an den landwirtschaftlichen Akademien und Hochschulen, dasjenige für Forstwesen an den Forstakademien, die Markscheidekunst wird an den Bergakademien gelehrt, das nautische Vermessungswesen und die militärische Topographie an den Marine- und Kriegsakademien; die Geographie endlich verwertet die geodätisch-topographischen Aufnahmen und Karten der Forschungsreisenden und der Generalstäbe etc. zur Herstellung geographischer Karten durch Projicierung von Teilen der Erdoberfläche auf ebene oder in eine Ebene abwickelbare Flächen. Entsprechend diesen verschiedenen Lehr- und Anwendungsgebieten der praktischen Geometrie ist ihre Verwertung für wissenschaftliche und praktische Zwecke eine sehr mannigfaltige und vielseitige.

Das Ziel der höheren Geodäsie bildet in erster Linie die wissenschaftliche Erforschung der wahren mathematischen Erdoberfläche, der sogen. „Geoid“-Fläche mit allen ihren Einzelheiten und Unregelmäfsigkeiten. Absolut genommen, sind diese Abweichungen gegenüber der Fläche eines der Erde gleich grofsen Rotations-Ellipsoides nur gering; sie betragen in maximo einige hundert Meter, um welche die wahre mathematische Erdoberfläche infolge der Massenanziehung innerhalb der Kontinente über, in den Ozeanen aber unter jener gedacht werden mufs. Für alle praktischen Zwecke genügt daher die Betrachtung des Geoides in erster Näherung als Rotationsellipsoid, selbst bei Vermessung und Darstellung der gröfsten Länder und Gebiete. Die Halbaxen dieses „Referenz“-Ellipsoides haben eine Länge von 6378 km und 6357 km, unterscheiden sich somit um 21 km. Für mancherlei geodätische Arbeiten und kartographische Darstellungen kann man einen Schritt weiter gehen und die mathematische Gestalt einfach als kugelförmig betrachten. Man nimmt dann als Kugel-Radius, wenn nur ein bestimmtes Stück der Erdoberfläche in Betracht kommt, den mittleren Krümmungsradius dieses Teiles und für die Erde als Ganzes das Mittel der Halbaxen, welches sich um nicht mehr als 10 km von ihrem wahren Werte entfernen kann. Bei Annahme eines mittleren Krümmungsradius für ein mäfsig grofses Teilstück der Erdoberfläche kann man diesen Radius der wahren Krümmung derselben anpassen.

Kommen nur Gebiete von verhältnismäfsig geringer Ausdehnung für die Vermessung bezw. Darstellung in Betracht, so kann die Erd-

oberfläche direkt als Ebene behandelt werden, denn die Abweichung derselben von einer sie im Mittelpunkte des Vermessungsgebietes berührenden Kugelfläche kann dann für viele Zwecke unbeschadet der zu erreichenden Genauigkeit gänzlich vernachlässigt werden. Dies ist namentlich bei allen Vermessungen und Plandarstellungen für wirtschaftliche und technische Zwecke der Fall und gewährt hier eine grofse Vereinfachung und Erleichterung. Angenommen z. B., die Entfernung eines Punktes vom Berührungspunkte der Ebene mit der Kugelfläche betrage 50 km, so beträgt dort der Abstand der Ebene von einer Kugel mit dem mittleren Krümmungsradius der Erde rund 200 m. Die Gröfse der Kugelfläche wird daher soweit nahe übereinstimmen mit der sie berührenden Ebene und die Projektion der einen auf die andere sich nur unwesentlich von dem projicierten Flächenstücke selbst unterscheiden. Der Abstand der Ebene von der sie berührenden Kugel wächst mit dem Quadrate der Entfernung vom Berührungspunkte, beträgt daher bei 500 km Entfernung bereits 20 km. Das deutsche Reich hat rund 1000 km Ausdehnung zwischen seinen äufsersten Grenzen. Hier wird die Abweichung der Kugelfläche von einer sie im mittleren Deutschland berührenden Ebene zu grofs, um bei kartographischen Arbeiten ohne weiteres vernachlässigt werden zu können. Die einzelnen Mefstischblätter des Preufsischen Generalstabes umfassen rund 2 Quadratmeilen. Jedes für sich kann noch als eine Ebene behandelt werden, welche in der Blattmitte die Erdkugel berührt. Diese Kartenblätter lassen sich in ihrer Gesamtheit nicht in einer Ebene zu einem einheitlichen Ganzen zusammenfügen und ausbreiten, was in der ganzen Ausdehnung des Preufsischen Staates ja auch nicht erforderlich ist; doch beim Zusammenfügen einer geringen Anzahl wird noch kein durch diese sogen. „Polyeder-Projektion“ bedingter Unterschied bemerkbar. Wie weit man die Erde als ebene Fläche betrachten und behandeln darf, hängt von der Natur der Aufgabe ab. In der gesamten „niederen“ Geodäsie genügt diese Näherung fast ohne Ausnahme in Bezug auf die Horizontal-Projektion. Für die Bestimmung der Höhenunterschiede wird die mathematische Erdoberfläche meist als kugelförmig betrachtet werden müssen.

Was zunächst die Bestimmung der wahren mathematischen Erdoberfläche, d. h. der Gröfse und Form des Geoides betrifft, so hat sich, wie bereits bemerkt wurde, die genauere Erforschung derselben die „internationale Erdmessung“, eine wissenschaftliche Vereinigung fast aller Kulturstaaten, zur Aufgabe gestellt. Wenn man die geographische Lage zweier Punkte der Erdoberfläche nach Länge und

Breite auf astronomischem Wege bestimmt, und dann auch durch geodätische Messungen die Länge ihrer Verbindungslinie, sowie die Richtung derselben gegen den Meridian ermittelt, so kann man, unter der Voraussetzung, dafs die Erde ein Rotationsellipsoid von gegebenen Dimensionen ist, aus geographischer Länge und Breite des einen Punktes mit Hilfe der gemessenen Länge und des Azimuthes ihrer Verbindungslinie auch die geographische Breite und Länge des anderen Punktes berechnen. Die so berechneten Werte zeigen gegen die auf astronomischem Wege direkt bestimmten Gröfsen bald kleinere, bald gröfsere Abweichungen, je nachdem die wahre, mathematische Erdoberfläche weniger oder mehr von der für dieselbe angenommenen Fläche des Rotationsellipsoides abweicht. Diese Unterschiede bezeichnet man als „Lotabweichungen" oder „Lotablenkungen". Ihre Bestimmung an thunlichst vielen Punkten gewährt offenbar die Möglichkeit, zu beurteilen, ob die wahre mathematische Erdoberfläche mit der angenommenen Ellipsoidfläche zusammenfällt oder nicht. Ist letzteres der Fall, so giebt die Gröfse der Lotabweichungen zugleich die Neigung des wahren Horizontes, d. h. der wahren Eroberfläche gegen die Ellipsoidfläche an. Aus diesen Neigungsunterschieden läfst sich dann weiter berechnen, wie viel der wahre Horizont oder die Niveaufläche des Geoides über oder unter die Ellipsoidfläche sich erhebt oder senkt, wenn man von einem Punkte zum anderen weiter geht und so fort.

Mit der Erforschung der mathematischen Erdgestalt, welche vornehmlich in einer immer mehr ins einzelne getriebenen Vergleichung astronomischer und geodätischer Ortsbestimmungen auf der Erde besteht, wird naturgemäfs auch die Gröfse und Gestalt desjenigen Erdellipsoides bestimmt, welches der wahren Erdform am nächsten kommt. Diese liefert in erster Linie die Grundlage für alle Landesaufnahmen und Landkarten, die im allgemeinen Staats-Interesse unternommen und ausgeführt werden.

Hervorgegangen sind dieselben ursprünglich aus dem Bedürfnisse des Staates, einerseits für die Grundsteuer-Veranlagung einen genaueren Anhalt zu gewinnen durch Bestimmung des Flächeninhalts der zu besteuernden Grundstücke, andererseits, um im militärischen Interesse sich bei der Kriegführung möglichst rasch und sicher im Lande zurechtfinden zu können. Die zunehmenden Fortschritte auf wirtschaftlichem und technischem Gebiete, die gewaltige Ausdehnung, welche der Verkehr der verschiedenen Länder unter einander angenommen hat, führten naturgemäfs dazu, jene einseitige Unterscheidung

und Zweckbestimmung mehr und mehr fallen zu lassen und zu verwischen. Die Kataster-Aufnahmen dienen infolge dessen nicht nur Grundsteuer-Zwecken, sondern vornehmlich auch der Sicherung des Grundeigentums und seiner Verwertbarkeit, d. h. dem Realkredit. An sie schlossen sich die Aufnahmen und Vermessungen für Ablösungen, Verkoppelungen, Separationen, denen die Landwirtschaft zum grofsen Teil ihre rasche Entwicklung verdankt, und die mit dem Kataster meist in enger Beziehung stehen; ferner die Vermessungen für forstliche Zwecke zur rationellen Waldkultur, die Stadtvermessungen, die Aufnahmen für Eisenbahn-, Kanal- und Wegebauten u. dergl. Andererseits dienen die militär-topographischen Karten nunmehr vielfach auch zu Vorstudien und generellen Projekten für technische und industrielle Unternehmungen und werden aufserdem verwertet für angewandte Karten aller Art, agronomische und geologische, kommerzielle und statistische, geographische und touristische Spezialkarten etc. Es wuchs nach und nach die Bedeutung und Ausdehnung der Landesaufnahmen und der Landeskartographie in solchem Mafse, dafs man um die Mitte unseres Jahrhunderts die Frage aufwarf und eingehender erwog, ob es nicht rationell sei, um möglichst vielen Bedürfnissen einheitlich und gleichzeitig mit geringstem Kostenaufwand gerecht zu werden, ein Land ein für allemal genau zu vermessen und auch kartographisch darzustellen, dafs thunlichst allen Anforderungen Genüge geschehe und weitere Vermessungsarbeiten unnötig würden. Die Antwort auf diese Frage lautete: Bis zu einem gewissen Grade, ja! Warum nicht vollständig? Aus dem gleichen Grunde nicht, aus welchem man mit Landstrafse, Post und Segelschiff etc. sich nicht begnügte, sondern Eisenbahnen, Dampfschiffe und Telegraphenlinien etc. hinzubaute. Immer werden kommende Zeiten und Generationen wieder höhere Anforderungen stellen, und unsere jetzigen Arbeiten werden dann, aber auch nur dann Aussicht auf länger dauernde Brauchbarkeit haben, wenn sie so genau, wie den Umständen nach möglich, ausgeführt werden.

Dies richtig erkannt zu haben, ist eine Errungenschaft der Neuzeit. Sie führte zu der Forderung, das staatliche Vermessungswesen so einheitlich und zweckentsprechend zu organisieren, dafs einmal alle unnützen Doppelarbeiten vermieden, andererseits aber die zu machenden Aufnahmen mit solcher Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt werden, dafs sie thunlichst bleibenden Wert besitzen.

Kein Geringerer als der Begründer der internationalen Erdmessung, der preufsische General Bayer, war es, welcher um die

Mitte des Jahrhunderts die Forderung aussprach und verfocht: „Eine gute Landesaufnahme soll alle Anforderungen so viel als möglich und auf eine lange Reihe von Jahren befriedigen.“ Um dies zu erreichen, sollte das gesamte staatliche Vermessungswesen unter eine Central-Behörde gestellt und unter deren Leitung die nötigen Neuaufnahmen so genau wie möglich ausgeführt werden. Der Gesamtbetrieb der letzteren umfafste nach seinem Plane unter einheitlicher Direktion mehrere verschiedene Abteilungen, welche der Reihe nach die grundlegenden Arbeiten, die Detailvermessungen, die topographischen Aufnahmen und die Landeskartographie zu besorgen hatten, und zwar in der Art, dafs jedes folgende Arbeitsstadium sich an das vorhergehende unmittelbar anschlofs, die Klein-Triangulation an die Haupt-Triangulation, die Klein-Nivellements an die Haupt-Nivellements, die Parzellen-Vermessung an die Dreiecksseiten letzter Ordnung u. s. w., während die Topographie und Kartographie des ganzen Staates für militärische wie für civile Zwecke sich auf die in grofsem Mafsstabe aufgenommenen und aufgetragenen Detailvermessungen und Nivellierungen aufbaute. Die Bayerschen Vorschläge bezogen sich zunächst und direkt nur auf die Neugestaltung des Vermessungswesens in Preufsen, und wenn er auch nicht vollständig mit denselben durchdringen konnte, so wurde doch allgemein als richtig und notwendig anerkannt, dafs die grundlegenden Arbeiten, d. h. Dreiecksmessungen und Nivellements seinen Forderungen entsprechend als einheitliche Grundlage aller staatlichen Vermessungen so genau wie möglich auszuführen sind. Die Militär-Topographie hingegen glaubte man nicht auf die in grofsem Mafsstabe aufgetragenen Detailaufnahmen aufbauen, sondern gesondert für sich behandeln zu sollen, um den ihr zugeschriebenen besonderen Charakter zu wahren. Die hervorragendsten Militär-Topographen der damaligen Zeit vertraten sehr entschieden die Ansicht, die topographischen Karten müfsten durch direkte Aufnahme für sich wie aus einem Gusse hergestellt werden, und auch heute gilt dies auf militärischer Seite vielfach noch als Axiom. Die neueren Erfahrungen sprechen aber mehr und mehr zu Gunsten der Bayerschen Auffassung einer durchaus einheitlichen Gestaltung des gesamten staatlichen Vermessungswesens, einschliefslich der Topographie, worauf wir später eingehender zurückkommen werden.

Auf Grund der Bayerschen Vorschläge wurde in Preufsen im Jahre 1862 eine Kommission, bestehend aus Vertretern sämtlicher Ministerien, zusammenberufen, um über eine Neuorganisation des Vermessungswesens im Preufsischen Staate zu beraten. Dieselbe sprach

sich dahin aus, dafs zur Gewinnung einer einheitlichen Grundlage für die staatlichen Vermessungsarbeiten in erster Linie die Ausführung einer umfassenden Triangulation geboten erscheine. Die trigonometrische Abteilung des Generalstabes, welche bis dahin der Hauptsache nach nur für militärische Zwecke gearbeitet hatte, wurde infolge dessen zu einem Bureau der Landestriangulation erweitert, mit der Aufgabe, das ganze Land mit einem Netze von Dreiecken zu überspannen, als Grundlage nicht nur für die topographischen Aufnahmen, sondern auch für das gesamte Civil-Vermessungswesen, dessen einzelne Zweige seither getrennt von einander, jeder nur für seine speziellen Zwecke, Vermessungen und Aufnahmen hatten ausführen lassen, naturgemäfs nicht ohne vielfache Doppelarbeiten und dadurch verursachte unnütze Ausgaben. Im Jahre 1869 wurde dann von der vorgenannten Kommission ein Statut ausgearbeitet für ein „Central-Direktorium der Vermessungen im Preufsischen Staate", welches mit der einheitlichen Leitung des gesamten staatlichen Vermessungswesens in Preufsen beauftragt werden sollte. Dieses „Central-Direktorium" begann seine Thätigkeit im Jahre 1872.

Dasselbe besteht aus dem Chef des Generalstabes der Armee als Vorsitzendem und den Kommissaren der einzelnen Ministerien als Beisitzern. Seine Aufgabe ist:

1. Die allen staatlichen Vermessungen als Grundlage dienende Landestriangulation etc. zu leiten und zu überwachen.
2. Dafür Sorge zu tragen, dafs bei den Vermessungen der verschiedenen Behörden Doppelarbeiten vermieden und gleichartige Arbeiten verschmolzen werden.
3. Die bei den Vermessungs- und Kartenarbeiten des Staates zu Grunde gelegten Verfahren zu prüfen, inwiefern sie der fortschreitenden Wissenschaft, der gesteigerten Technik und den wachsenden Ansprüchen des wirtschaftlichen Bedürfnisses entsprechen; es soll das Direktorium den Ausgleich vermitteln zwischen diesen Anforderungen, den verfügbaren Mitteln und der gegebenen Zeit.

Drei Jahre nach seiner Gründung schuf das Central-Direktorium die gegenwärtige Organisation der Königlich Preufsischen Landesaufnahme, welche als Abteilung des Generalstabes die trigonometrischen, topographischen und kartographischen Arbeiten auszuführen hat. Während aber die beiden letztgenannten Aufnahmen und Darstellungen vorwiegend im militärischen Interesse erfolgen, vollführt die trigonometrische Abteilung zur Herstellung einer ge-

meinsamen Grundlage für alle Militär- und Civil-Vermessungen in Preufsen, sowie in den mit ihm in Militärkonvention verbundenen anderen Staaten Deutschlands die Landestriangulation mit den nötigen Basismessungen und die Präzisionsnivellements, wofür ihm im Reichs-Militär-Budget die erforderlichen Mittel ausgeworfen sind.

Diese allgemein als grundlegend betrachteten geodätischen Arbeiten der Landesaufnahme stehen meist in innigem Zusammenhange mit den Erdmessungsarbeiten und bilden integrierende Teile derselben. An diese grundlegenden Arbeiten werden dann weiter die Detail-Vermessungen und Aufnahmen angeschlossen, welche für die verschiedenen behördlichen und privaten Zwecke, Kataster, Separationen, Forsten etc., industrielle Anlagen, Eisenbahn- und Kanalbauten u. dergl. erforderlich sind. Analoge Einrichtungen zur einheitlichen Gestaltung des Vermessungswesens sind auch in anderen Staaten getroffen worden.

Die topographische Aufnahme und Kartographie, welche ursprünglich ausschliefslich von militärischer Seite besorgt wurde, liegt auch jetzt noch vorwiegend in den Händen des Generalstabes der betreffenden Länder, doch werden in neuerer Zeit in einigen Staaten, namentlich Süd-Deutschlands, auch von Civil-Behörden topographische Karten hergestellt, und zwar unter vorteilhafter Verwertung der für allgemeine Staatszwecke ausgeführten Detail-Vermessung im Sinne der Bayerschen Entwürfe.

Betrachten wir nun die einzelnen Vermessungsarbeiton etwas genauer.

Die Triangulierungsarbeiten.

Die Grundlagen jeder rationellen Landesvermessung bilden einzelne gleichmäfsig über das ganze Gebiet verteilte feste Punkte, welche als Marksteine für alle weiteren Aufnahmen dienen. Sie werden gegeneinander festgelegt als Eckpunkte ausgedehnter Dreiecksnetze, die in weitmaschiger Form das Land überspannen. Die gröfste Ausdehnung hat das Dreiecksnetz der internationalen Erdmessung, welches sich über ganz Europa erstreckt, im Osten weit nach Asien sich hineinzieht und im Süden von Italien und Spanien aus nach Afrika hinübergreift. (Siehe Titelblatt). An diesen Stellen ist die Länge der Dreiecksseiten, welche im Mittel etwa 50 km beträgt, bedeutend gröfser; sie steigt dort bis zu 200 und 300 km. Im Kaukasus und im Himalaya kommen Dreieckseiten

sogar bis zu 400 km Länge vor, d. h. Abstände der einzelnen Dreieckspunkte, welche beinahe ebenso grofs sind wie die Entfernung der Ost- und Westgrenze des deutschen Reiches von seiner Mitte. Dreieckspunkte auf solche Entfernungen sichtbar zu machen, war vor der Erfindung des Heliotropen durch Gauss kaum möglich. Man baute gewaltige Türme oder Signalgerüste, wie sie jetzt noch bisweilen im Hochwalde notwendig werden, um über die Baumwipfel weg eine freie Aussicht zu gewinnen, aber man konnte sie auf solch grofse Entfernungen nicht mehr deutlich genug erkennen, um sie genau anzuvisieren, selbst beim klarsten Sonnenschein. Der Turm z. B. auf dem Brocken ist bei klarem Wetter auf Entfernungen von 50 bis



Heliotrop von Gauss.

100 km im Fernrohre noch zu erkennen. Er hat einen Durchmesser von 5—6 Metern. Bescheint ihn morgens die Sonne von Osten, so sieht man seine östliche Seite heller beleuchtet als die westliche. Nachmittags wird dagegen die westliche Seite beleuchtet sein und die östliche im Schatten liegen. Ein hellbeleuchteter Gegenstand erscheint infolge der Irradiation des Lichtes immer gröfser als ein dunkler, auch wenn beide in Wirklichkeit gleich grofs sind. Man soll beim Messen genau die Mitte des Turmes anvisieren, legt dieselbe aber des Morgens infolge der einseitigen Beleuchtung — „Phase“ ist hierfür der technische Ausdruck — zu weit nach Osten, nachmittags zu weit nach Westen. Das führt zu fehlerhaften Resultaten, namentlich wenn die Entfernung so grofs ist, dafs man den dunklen Teil gar nicht mehr deutlich erkennen kann. Unter diesem Übelstande, welcher die Genauigkeit der Messungen sehr beeinträchtigt, litt seiner Zeit auch der schweizerische Ingenieur Denzler, der vom Rigi aus den Turm auf dem Feldberge im Schwarzwalde beobachtete. Dieser Turm wurde im Jahre 1857 von den umliegenden Amtsbezirken Schönau, St. Blasien

und Freiburg zur Erinnerung an die Vermählung des Grofsherzogs Friedrich von Baden mit der Prinzessin Luise von Preufsen auf dem sogenannten „Höchsten", dem höchsten Punkte im Schwarzwalde, erbaut. 1859 fand die feierliche Einweihung statt. Als nun wenige Jahre später die Verbindung der schweizerischen und deutschen Dreiecksnetze bewerkstelligt werden sollte, und der Turm auf dem Feldberge (Siehe Fig.) als sehr geeignet hierzu ausgewählt worden war, empfand, wie bereits erwähnt, der schweizer Beobachter es sehr unangenehm, dafs er je nach der Beleuchtung des Turmes abweichende Resultate erhielt.



Turm auf dem Feldberge.

Kurz entschlossen reiste er zum Feldberge und liefs den ganzen Turm, um eine gleichmäfsigere Beleuchtung zu erzielen, von oben bis unten mit Teerfarbe schwarz anstreichen. Die über diese Behandlung ihres Nationaldenkmals empörten Badenser berichteten sofort nach Karlsruhe und verlangten Abhülfe sowie Genugthuung. Die badische Regierung beklagte sich beim schweizerischen Bundesrate, der sich beeilte zu erwidern, es sei das Anstreichen des Turmes nicht in böser Absicht geschehen, sondern im Übereifer für die Wissenschaft; man wolle gern bezahlen, was die Reinigung des Turmes koste. Infolge dessen zogen eines Tages die vereinigten umliegenden Gemeinden auf den Feldberg und reinigten ihren Turm mit Soda, Seife etc., worüber sie der Schweiz eine Rechnung von 106 Gulden

süddeutscher Währung ausstellten, incl. Getränke, welche auch richtig bezahlt wurden. Hierdurch besänftigt, erlaubten sie dem Ingenieur Denzler, wenn er nun wieder beobachten müsse, dem Turm einen schwarzen Mantel anzuziehen, aber anstreichen dürfe er ihn nicht mehr. Durch Erfindung und Benutzung des Gaussschen Heliotropen wurde dies unnötig gemacht, und als wir Ende der siebenziger Jahre zu ähnlichen Zwecken ebenfalls auf dem Feldberge zu messen hatten, haben wir von dieser schönen Erfindung den ausgiebigsten Gebrauch gemacht.

Wie man mit einem Spiegel ein Sonnenbildchen an die Wand wirft, ist allgemein bekannt. Ebenso, wie hell oft Fenster auf grofse Entfernungen von der Sonne beleuchtet erscheinen. Beim Heliotropen wird das Sonnenlicht von einem kleinen Spiegel in eine vorher eingestellte Richtung reflektiert, und ein in dieser Richtung auf einem entfernten Dreieckspunkte befindlicher Beobachter sieht dann das Sonnenbildchen wie einen hellen Stern, der sich natürlich viel genauer anvisieren läfst als ein dicker, dunkler oder einseitig beleuchteter Signalturm. Das Einstellen und Handhaben des Heliotropen, — die Spiegel müssen mit der Sonne gedreht werden — ist so einfach, dafs es Gehülfen wie Jäger, Führer, Soldaten, Arbeiter etc. bald erlernen. Von dem Gewinn an Genauigkeit kann man sich einen ungefähren Begriff machen, wenn man den noch nicht handbreiten Spiegel mit einem mehrere Meter dicken Turme vergleicht, der zudem auf grofse Entfernungen selbst bei den günstigsten Witterungsverhältnissen kaum noch wahrnehmbar ist. Erst die Erfindung des Heliotropen hat Messungen auf Entfernungen von mehreren hundert Kilometern und damit die geodätische Verbindung von Afrika mit Europa möglich gemacht. Dies Instrumentchen findet ferner sehr nützliche Verwendung zum Zeichengeben als optischer Telegraph. Ähnlich wie beim Morse-System das ganze Alphabet in kurzen und langen Zeichen oder Strichen besteht, kann man mit ihm Lichtsignale von kürzerer oder längerer Dauer durch einfache Unterbrechung des Leuchtens mit der Hand oder einem beweglichen Schirme geben, und so eine telegraphische Verständigung herbeiführen.

Das Aufsuchen der am günstigsten gelegenen Dreieckspunkte macht oft nicht geringe Schwierigkeiten, und die Rekognoscierung des Terrains zur Auffindung der besten Form eines grundlegenden Dreiecksnetzes ist namentlich unter ungünstigen örtlichen Verhältnissen eine sehr mühsame und aufreibende Arbeit, welche an die Kenntnisse, den Überblick und die körperliche wie geistige Leistungsfähigkeit des ausführenden Technikers hohe Anforderungen stellt. Von ihrer zweck-

entsprechenden Ausführung hängt das Gelingen der ganzen weiteren Arbeit ab, denn Vernachlässigungen und Fehler bei Anlage des grundlegenden Netzes lassen sich später nicht wieder gut machen, und es haben alle weiteren auf dieselbe begründeten Vermessungen dann darunter zu leiden. Am schwierigsten gestaltet sich eine solche Rekognoscierungsarbeit im Flachlande mit ausgedehnten Waldungen und im eigentlichen Hochgebirge, in ersterem wegen des Mangels an Übersichtlichkeit, in letzterem wegen der schweren Zugänglichkeit seiner vereisten Gipfel und Felsspitzen. Interessant und berühmt geworden in dieser Hinsicht ist namentlich die Lüneburger Haide, welche sowohl der ersten von französischen Offizieren zu Anfang des Jahrhunderts ausgeführten Triangulation, so wie auch der für die Geodäsie so wichtig gewordenen Gaussschen Gradmessung in Hannover derartige Schwierigkeiten in den Weg stellte, dafs die Franzosen die Lüneburger Haide ganz umgingen, Gauss hingegen sich mit ungünstig geformten Dreiecksnetzen begnügen mufste. Erst der preufsischen Landesaufnahme gelang es, Mitte der achtziger Jahre infolge ihrer ausgezeichneten Organisation diese Schwierigkeiten zu überwinden und auch jene Gegenden mit einem gleichmäfsig geformten Dreiecksnetze zu überspannen. Hauptmann Gaede, vom preufsischen Generalstabe, welcher diese Rekognoszierung und Netzprojektierung leitete, äufsert sich darüber in seinem Berichte, wie folgt: „Wenn man bei der Rekognoszierung eines Dreieckssystems im flachen und waldigen Gelände, welches keine Türme oder sonstige direkt gegebene Aussichtspunkte darbietet, selbstständig sehen will, so darf man nicht, unsicher im Finstern tastend, am Boden bleiben. Die Errichtung hoher Rekognoszierungsgerüste über die Bäume hinaus, sowohl zur Umschau als auch als Einstellungsobjekte zu vorläufigen Messungen, ist notwendig geboten. Das kostet Zeit und Geld, aber in solchem Gelände kann man überhaupt nicht schnell und billig triangulieren, und am wenigsten ist Sparsamkeit da angebracht, wo es sich darum handelt, zunächst eine gründliche und sichere Unterlage für alle weiteren Entschliefsungen zu gewinnen. Den Charakter eines gröfseren Landstriches unter solchen Umständen richtig aufzufassen, die hervorragenden Punkte herauszufinden, aus einem in der geistigen Auffassung immer mehr zur Klarheit sich durcharbeitenden Terrainbilde die möglichen Zusammenhänge der brauchbaren Punkte zu kombinieren — dazu sind weniger tiefe theoretische Einsichten notwendig als vielmehr praktische Anstelligkeit und Erfahrung, Urteil und Entschlufsfähigkeit, körperliche und geistige Versalität, denn sonst

läuft man Gefahr unter der körperlichen Anstrengung im steten Kampfe mit äufsern Friktionen wie Überwindung weiter Räume, dem Abpassen günstiger Witterungs-Momente etc., aus Zweifeln, Grübeln und Kombinieren gar nicht herauszukommen." — Anderer Art, aber nicht weniger angreifend, sind die Rekognoszierungsarbeiten im Hochgebirge. Hier sind hervorragende Gipfel, welche eine weite Umschau gestatten, in reicher Zahl vorhanden, aber gerade dieser Reichtum an brauchbaren Punkten macht die richtige Wahl unter Berücksichtigung aller Verhältnisse, — Besteigbarkeit, Wind, Nebelbildung, Signalbau etc. oft sehr schwierig. Ingenieur Gelpke, welcher viele Messungen für das schweizerische Gradmessungsnetz ausgeführt hat und der vor wenigen Jahren durch einen Fehltritt beim Abstieg vom grofsen Mythen verunglückte, beschreibt die Schwierigkeiten, auf höheren Berggipfeln gröfsere und dabei hinreichend regelmäfsige und symmetrische Signale zu bauen, recht anschaulich: „Arbeiten, wo dies nötig wurde, waren meist sehr wichtiger und grofsartiger Natur, wie die eidgenössische Triangulation für den Dufour-Atlas und die internationale Erdmessung, und deshalb in die Hände der erfahrensten Fachleute niedergelegt. Diese meist schon älter, konnten unmöglich die Aufstellung solcher Signale selbst überwachen, auch richtige Maurer und Steinhauer brachte man nicht auf die höheren Gipfel, deren Besteigung schwierig und gefährlich ist. Die Arbeit mufste Führern und Jägern überlassen werden. Wer nun schon selbst viel auf den Spitzen der hehren Alpenwelt gewesen ist, der kennt ja aus Erfahrung, wie leicht uns da oben nach einem mühseligen Ansteigen unter dem Einflusse der feineren Luft Apathie und Schwäche beschleicht, wie die gröfste Geisteselastizität, Willenskraft und Energie uns da oben verläfst. Nun soll noch nach dem Aufsteigen, das an und für sich eine Arbeit ist, die Arbeit erst beginnen, ein Signal von mehreren Metern Umfang und Höhe errichtet, die Steine dazu erst gebrochen werden. Die Zeit ist beschränkt, Nebel erregen Befürchtungen wegen der glücklichen Heimkehr. Alle diese Faktoren werden zu gröfster Eile, zu einer Vollendung des Signales à tout prix treiben. Dafs dabei die Genauigkeit leiden, und man zufrieden sein mufs, überhaupt etwas nur Brauchbares erzielt zu haben, liegt auf der Hand". — Die schlimmsten Feinde im Hochgebirge sind Nebel und Wind, wie ich selbst bei Ausführung der Triangulation am Gotthard genugsam erfahren habe, denn zu einem einzigen Signale bin ich 14 mal vergeblich hinaufgestiegen, weil bei vollständig klarer Luft und bei Windstille im Thale der auf dem Gipfel wehende Sturm jede Beobachtung unmöglich machte.

Nachdem das grundlegende Netz in seiner ganzen Ausdehnung bestimmt und seine Eckpunkte möglichst dauerhaft festgelegt worden sind, geschieht die Winkelmessung auf den durch solide Granitpfeiler versicherten Dreieckspunkten erster Ordnung mit der gröfstmöglichsten Genauigkeit, unter Benutzung der feinsten Theodolite und des Heliotropenlichtes zu den günstigsten Tageszeiten. Das durch den Spiegel des letzteren reflektierte Sonnenbildchen erscheint meist wegen ungleicher Erwärmung der Luftschichten, welche die Lichtstrahlen passieren müssen, unscharf begrenzt und wie in unruhiger Bewegung begriffen. Bald nach Sonnenaufgang und namentlich kurz vor Sonnenuntergang nimmt es aber die Form eines hellen, ruhig leuchtenden Sternes an, welcher sich sehr genau einstellen läfst. Die Absehlinie des Fernrohrs, welche durch den Mittelpunkt der bilderzeugenden Objektivlinse und den Durchschnittspunkt zweier im Okulare ausgespannter, sich rechtwinkelig kreuzender feiner Fäden gebildet wird, läfst sich infolge der Bauart des Theodoliten um eine horizontale und um eine vertikale Axe drehen. Bei der Bewegung um die horizontale Fernrohraxe beschreibt diese Absehlinie eine Vertikalebene; führt man dieselbe im Kreise herum durch Drehen um die vertikale Instrumenten-Axe und stellt sie nach einander auf die verschiedenen Signale ein, so kann man am Horizontalkreise mit Hülfe der Ablesungsmikroskope bei jedem einzelnen eingestellten Dreieckspunkte genau den Wert der Kreisteilung ablesen, welcher der betreffenden auf den Horizont der Station projizierten Dreiecksseite entspricht. Die Differenz zweier solcher Ablesungen giebt somit unmittelbar den Horizontalwinkel, d. h. den auf den Stationshorizont projizierten Winkel, welchen die beiden Dreiecksseiten einschliefsen. Nimmt man die Erde als Ebene an, so sind die Horizonte der 3 Eckpunkte eines Dreiecks parallele Ebenen. Denkt man sich dieselben, wenn sie ungleiche Höhe haben, auf einen gemeinsamen Horizont projiziert, so erhält man in diesem ein ebenes Dreieck; betrachtet man hingegen die Erde als Kugel oder Ellipsoid, so liefert die Projektion auf eine gemeinsame Kugel- oder Ellipsoidfläche ein sphärisches bezw. ein sphäroidisches Dreieck. Sind die Abweichungen des Geoides von der als Näherung angenommenen gemeinsamen Projektionsfläche aber zu bedeutend, um vernachlässigt werden zu können, so wird dieses auch in der Summe der 3 gemessenen Dreieckswinkel gegenüber ihrem theoretisch zu berechnenden Werte, d. h. in dem sogenannten „Dreiecksabschlusse", sich als Wirkung der Lotablenkung zu erkennen geben. Derartige Lotabweichungen kommen auf der Erde vielfach vor; sie wirken im Gebirge bei den oft sehr steilen

Visuren in viel stärkerem Grade auf die Winkelbestimmung ein, als in ebenen Gegenden. Namentlich bedeutend waren die Lotablenkungen bei den schweizerischen Gradmessungsarbeiten im Tessinthale, wo dieselben bis zu rund 20 Bogensekunden betrugen. Die Winkelmessung selbst kann aber im Mittel aus mehreren guten Einzelbeobachtungen mit einer Genauigkeit bis auf einzelne Sekunden und Bruchteile derselben ausgeführt werden. Was das besagen will, kann man sich veranschaulichen, wenn man den Faden eines Spinngewebes, welcher ein Zehntel Millimeter Dicke haben mag, aus einer Entfernung von zwanzig Metern betrachtet. Die Richtungsfestlegung in den Dreiecksnetzen erster Ordnung ist dann so genau, dafs sie nicht um eine halbe Spinnenfadendicke auf diese Entfernung abweicht. Eine solche Genauigkeit der Winkelbestimmung ist aber nur bei Benutzung der besten Instrumente und der günstigsten Zeiten — Nachtbeobachtungen bei künstlicher Beleuchtung führen zu annähernd gleicher Genauigkeit — von geübten Beobachtern zu erreichen. Sie wird in allen Haupt-Dreiecksnetzen erster Ordnung angestrebt, gleichviel, ob dieselben den Zwecken der internationalen Erdmessung oder einer speziellen Landesaufnahme, oder — was vielfach der Fall ist — beiden als Grundlage dienen sollen. Das Dreiecksnetz erster Ordnung der Königlich Preufsischen Landesaufnahme (Siehe Titelblatt) besteht aus mehreren in sich geschlossenen und unter sich zusammenhängenden Dreiecksketten, welche den festen Rahmen für die zwischen sie weiter einzuschaltenden Dreieckspunkte und Füllnetze bilden. Der Zeit nach wurde es im Osten des Königreiches begonnen und immer weiter nach Westen vorgeschoben. Dementsprechend wird die Form der Dreiecke beim Fortschreiten in der gleichen Richtung eine immer regelmäfsigere und günstigere.

Nimmt man die Genauigkeit der Richtungsbestimmung in einem Dreiecksnetze erster Ordnung, wie oben angegeben, zu 0,5 Bogensekunden an, so entspricht bei 50 km Seitenlänge bezw. Entfernung der Dreieckspunkte dieser Winkelabweichung eine Querverschiebung in Länge von etwas mehr als einem Decimeter. Bei geringerer Seitenlänge wird die derselben Winkelabweichung entsprechende Querverschiebung entsprechend kleiner, um so mehr, je kleiner der Abstand der benachbarten Dreieckspunkte ist. Dieselbe Genauigkeit der Winkelmessung braucht somit nicht durch die Füllnetze und für die Punkte niederer Ordnung beibehalten zu werden, um vor gröfseren Querverschiebungen sicher zu sein, sondern man wird dieselbe zugleich mit der Entfernung der Dreieckspunkte entsprechend abnehmen lassen

dürfen und doch eine hinreichend grofse und gleichmäfsige Genauigkeit der ganzen Arbeit erzielen können, wenn man nur einer einseitigen Anhäufung der Beobachtungsfehler vorbeugt. Dies wird bei den Triangulationsarbeiten auf systematischem Wege durch das „Arbeiten vom Grofsen ins Kleine“ erzielt, indem jedes Netz höherer Ordnung den festen und unveränderlichen Rahmen bildet für alle in dasselbe einzuschaltenden Netze niederer Ordnung. Die grundlegenden Dreieckskettten haben im Mittel Seiten von 40 km Länge. Die in diese eingeschalteten Zwischenpunkte und Füllnetze ebenfalls erster Ordnung allmählich geringer werdende Abstände bis zu 20 km Länge und so fort. Diese Gliederung, bei welcher das Netz erster Ordnung in grofsen Maschen das Land überzieht und als feste Grundlage für ein Netz zweiter Ordnung dient, dem sich eine dritte und vierte Ordnung in analoger Weise anreihen, ermöglicht eine wissenschaftlich und zugleich praktisch genügende Behandlung des Beobachtungsmaterials.

Die grundlegenden Dreiecksnetze I.—III. Ordnung werden in Preufsen und in den mit ihm in Militärkonvention verbundenen Staaten von der trigonometrischen Abteilung der Landes-Aufnahme ausgeführt. An diese schliefsen die anderen Behörden im Interesse der Spezialvermessungen für Kataster, Zusammenlegung, Forsten, Stromregulierungen etc. ihre Detail- oder Klein-Triangulierungen an und führen diese soweit durch, bis schliefslich pro Quadratkilometer Fläche je ein gut bestimmter und in der Natur durch einen festen Granitstein versicherter Dreieckspunkt vorhanden ist. Eine solche Zahl fest bestimmter Dreieckspunkte gilt allgemein der Erfahrung entsprechend als notwendig und ausreichend für eine in gröfserem Mafsstabe ausgeführte gute Spezialvermessung des Landes im Interesse der Civilverwaltungen, der Technik und Industrie. Die militärtopographischen Aufnahmen, welche meist im Mafsstabe 1: 25 000 vom Generalstabe ausgeführt werden, erhalten als feste Grundlage meist einen gut bestimmten Dreieckspunkt auf je 5 Quadratkilometer Fläche. Sie begnügen sich also entsprechend dem kleinen Mafsstabe und dem Zwecke der Aufnahme mit etwa einem Fünftel fest bestimmter Dreieckspunkte gegenüber den Vermessungen für wirtschaftliche und technische Zwecke. Andererseits geht man bei Stadtvermessungen mit der Detailtriangulierung noch viel weiter, d. h. soweit ins Detail, bis auf den Quadratkilometer eine gröfsere Anzahl genau festgelegter Dreieckspunkte vorhanden sind. Die nötige Zahl derselben richtet sich nach der Natur der jeweils zu bearbeitenden Auf-

gabe. Im Prinzipe geschieht durch die Winkelmessung die Bestimmung einer hinreichenden Anzahl gut festgelegter und dauernd versicherter Dreieckspunkte stets auf dieselbe Art und Weise. Man will durch sie einen festen und unveränderlichen Rahmen schaffen, in welchen alle weitern Aufnahmen einzufügen und einzupassen sind, und erreicht dies zweckentsprechend durch das Arbeiten vom „Grofsen ins Kleine“ der Art, dafs das Dreiecknetz I. Ordnung nach seiner endgültigen Bearbeitung als fest und unveränderlich gilt für das Dreiecksnetz II. Ordnung, welches nach seiner Einfügung in jenes den festen Rahmen für die Dreiecke III. Ordnung bildet, und so fort bis zur Detail-Triangulation und den Punkten letzter Ordnung.

Die Dreiecksnetze I. Ordnung werden so genau bearbeitet, wie es die feinsten Mittel der Mechanik, Optik und der wissenschaftlichen Geodäsie zulassen. Sie dienen auf der einen Seite zur Ermittlung der Gestalt der mathematischen Erdoberfläche durch Vergleichung der geodätisch bestimmten gegenseitigen Lage der Dreieckspunkte mit den auf diesen einzelnen Dreieckspunkten vorgenommenen astronomisch-geographischen Ortsbestimmungen, andererseits bilden sie den festen Rahmen für die Zwecke der Landesaufnahmen, für welche die Erde in erster Näherung hinreichend genau als Rotations-Ellipsoid betrachtet werden kann. Bei dem Fortschreiten zu den Dreiecksnetzen niederer Ordnung wird man, wie bereits erwähnt, sowohl an Schärfe der Beobachtungen wie der Berechnungen immer mehr abnehmende Anforderungen stellen können, um eine „zweckentsprechende“ Genauigkeit zu erzielen. Während daher beim Beobachten kleinere Instrumente, eine geringere Zahl der Einzel-Messungen etc. ausreichend sind, wird man bei der Berechnung vom Ellipsoid zur Kugel und zur Ebene als Form der mathematischen Erdoberfläche übergehen dürfen. Je einfacher das Gesetz ist, nach welchem die den Rechnungen und Darstellungen zu Grunde zu legende gemeinsame Projektionsfläche gebildet ist, um so leichter und bequemer werden sich diese ausführen lassen. Aus diesem Grunde hat man z. B. für wirtschaftliche Vermessungen wie Kataster-Aufnahmen, Zusammenlegungen etc., zur gröfseren Vereinfachung der genannten Arbeiten den ganzen preufsischen Staat in 40 einzelne Bezirke geteilt, welche so bemessen und abgegrenzt wurden, dafs unbeschadet der bei diesen Aufnahmen zu erreichenden Genauigkeit in jedem einzelnen derselben von der Krümmung der mathemathischen Erdoberfläche ganz abgesehen und diese jeweils als eine Ebene behandelt werden darf. Auch bei allen Arbeiten für technische, kulturtechnische und allgemein wirtschaftliche Zwecke genügt

diese Annahme stets, soweit die Horizontal-Projektion und ihre Darstellung in Betracht kommen.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse einer Genauigkeitsuntersuchung für einen Teil des grundlegenden Dreiecksnetzes I.-III. Ordnung der Königlich Preufsischen Landesaufnahme und für eine an dieses sich anschliefsende Braunschweigische Spezialtriangulation. Die in derselben enthaltenen Zahlen lassen unmittelbar erkennen, wie die Gröfse der benutzten Instrumente, die Zahl der Messungen und ihre Genauigkeit zugleich mit der Länge der Dreiecksseiten abnehmen, wie aber die mittleren Fehler der festgelegten Punkte von der ersten bis zur letzten Ordnung so nahe dieselben sind, dafs eine sehr schöne Gleichmäfsigkeit dieser ganzen grundlegenden Arbeit erzielt wurde, welche, auf Generationen hinaus den festen Rahmen für alle Detail-Aufnahmen zu bilden berufen ist:

Mittlere Fehler der Richtungen und Coordinaten.

Gültig für die neueren Arbeiten der Preufsischen Landesaufnahme nach dem Jahre 1875 und für die Arbeiten der Braunschweigischen Anschlufs-Triangulation.

Ordnung	I.			II.	III.	Braunschweigische Landesaufnahme	
	Kettenpunkte	Netzpunkte	Zwischenpunkte			3.	4.
Limbusdurchmesser der zur Beobachtung dienenden Theodolite in cm	27	27	27	21	13	13	13
Einstellungszahl für jede Richtung (Gewicht)	24 und mehr	24 und mehr	12 und mehr	12	6	4	4
Mittlerer Fehler der beobachteten und auf der Station ausgeglichenen Richtungen nach den unmittelbaren Beobachtungsergebnissen	0,24"	0,24"	0,34"	0,58"	1,3"	2,5"	2,5"
Durchschnittliche Seitenlänge in km	40	40	24	8	4,5	2,5	1,5
Mittl. Coordinatenfehler in m	0,07	0,11	0,10	0,06	0,06	0,05	0,06

(Fortsetzung folgt.)

Die Spektralanalyse.[1])

Von **Dr. F. Koerber** in Steglitz.

I. Die physikalischen Grundlagen.

Nicht das geringste Verdienst des unsterblichen Newton stellt die prismatische Zerlegung des weifsen Sonnenlichtes in die „sieben" Regenbogenfarben, das sogenannte Spektrum, dar. Die Thatsache der Zusammensetzung des weifsen Lichtes aus allen möglichen Farbengattungen ist uns an der Neige des neunzehnten Jahrhunderts stehenden und durch die Fülle grofsartiger naturwissenschaftlicher Entdeckungen in gewissem Grade blasierten Modernen etwas so „Altbekanntes" und scheinbar Selbstverständliches, dafs wir ganz verlernt haben, über das Wunderbare darin zu staunen und zu verstehen, welch eine grundlegende Bedeutung für unser Verständnis der Farben dieser Erkenntnis zukommt. Unser Interesse ist heute in so vorwiegendem Grade denjenigen Gebieten der Physik zugewendet, von denen die grofsen technischen Errungenschaften des Jahrhunderts ihren Ausgang nehmen, dafs wir gern die Ergebnisse sicherer Forschung auf dem weniger „praktischen" Felde der Optik als etwas Ausgemachtes uns mitteilen lassen, ohne uns lange mit Zweifeln und strengen Beweisen aufzuhalten, geschweige denn, die Entwickelung unserer jetzigen Kenntnisse näher zu studieren. Und doch bietet gerade die Farbenlehre und alles, was damit zusammenhängt, dem philosophischen und historischen Sinn eine so aufserordentliche Fülle von Anregungen, dafs es kein Zufall ist, wenn die genialsten Naturen gerade von diesem Teile der Naturforschung besonders gefesselt wurden.

---

[1]) Einem Wunsche der Redaktion entsprechend bringen wir mit obigem Aufsatz die Grundlehren der Spektralanalyse, von denen im einzelnen in dieser Zeitschrift bereits vielfach unter Voraussetzung mehr oder minder weitgehender Vorkenntnisse gehandelt worden ist, einmal im Zusammenhange und von Grund auf zur Darstellung, um vor allem unseren neu hinzugetretenen Abonnenten die Möglichkeit zu bieten, ihre vielleicht vielfach verwischten Schulkenntnisse wieder aufzufrischen, sodass sie dann den in unseren Mitteilungen gegebenen Berichten über die neuesten Fortschritte der Wissenschaft leichter werden folgen können. Der Verf.

Das weifse Licht erscheint unserem Auge gewissermafsen als das Licht schlechtweg, als das von jeder farbigen „Trübung", um mit Göthe zu reden, freie, reine, himmlische Etwas, welches von der Sonne ausstrahlt und erst beim Auftreffen auf die irdischen Körper die Farben entstehen läfst, die sonach dem nur reflektierenden Beobachter als durch materielle Beeinflussung entstandene, dem Licht zunächst nicht inhärente Abarten der Helligkeit erscheinen mögen.

Gewifs ist diese physiologische Einheit der Empfindung des Weifsen unbezweifelbar; sie macht es uns verständlich, dafs ein so subjektiver Naturforscher, wie Göthe es war, nun und nimmermehr an die Richtigkeit der Newtonschen Entdeckung glauben wollte, ihr vielmehr eine auf ganz anderen Fundamenten ruhende Farbenlehre entgegenzustellen sich bemühte.

Noch heute stellt die physiologische Einheit der Weifsempfindung ein Problem dar, das von den auf dem Boden der Young-Helmholtzschen Theorie stehenden Physiologen durch den Hinweis auf die Gewöhnung abgethan wird, während Herings Farbentheorie eine einfache Ur-Weifsempfindung als existierend annimmt, neben welcher die Farbenempfindungen, als durch besondere Erregungen hervorgerufen, einhergehen.

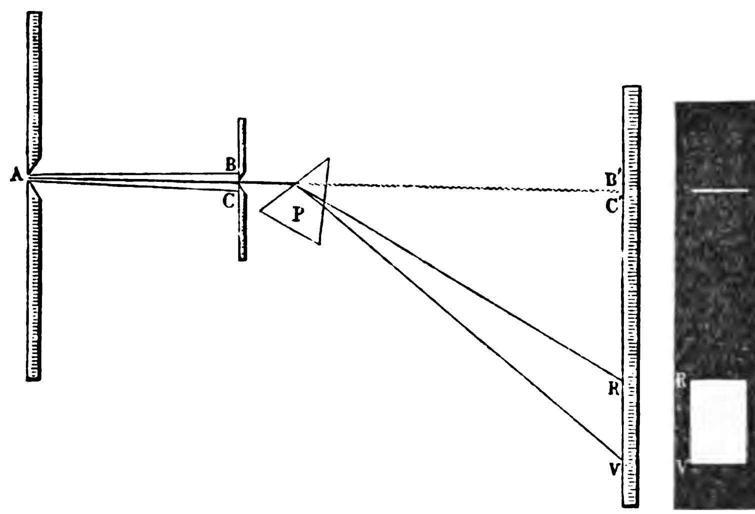
Sei dem nun, wie ihm wolle, vom physikalischen Standpunkte aus kann heute an der Richtigkeit der Newtonschen Farbenlehre ein Zweifel nicht mehr bestehen; hatte doch schon Newton selbst sich nicht mit der prismatischen Zerlegung des weifsen Sonnenlichts begnügt, sondern auch die Rekonstruktion desselben aus seinen farbigen Elementen mit Hilfe von Linsen dargethan. Am leichtesten gelingt diese Synthese vermittelst des Farbenkreisels, auf welchem die Farben des Spektrums sektorenförmig aufgetragen sind. Bei schneller Umdrehung erscheint der Kreisel grau, da wegen der Dauer der Lichteindrücke die Empfindungen aller Farben sich vermischen und ein lichtschwaches Weifs[1]), das wir Grau nennen, erzeugen. In ähnlicher Weise kann man auch die Farben eines natürlichen, mit Hilfe des Prisma erzeugten Spektrums wieder zu Weifs zusammensetzen, wenn man dem Prisma eine oszillierende Drehung um seine brechende Kante erteilt.

Kann sonach die objektive Zusammengesetztheit des Sonnenlichts als sicher erwiesen betrachtet werden, so drängt sich uns die Frage

[1]) Die Farben wirken ja nämlich nicht gleichzeitig, sondern nach einander auf das Auge; in jedem Augenblick ist also nur ein kleiner Bruchteil des weifsen Lichtes wirksam, und es kann sonach nur mattes Weifs entstehen.

auf, warum denn gerade ein Prisma die wunderbare Fähigkeit besitzt, dieses Mischlicht in seine elementaren, farbigen Bestandteile zu zerlegen. Der Grund hierfür liegt in der verschiedenen Brechbarkeit der einzelnen Farben, und diese wiederum ist eine Folge der verschiedenen Schnelligkeit der entsprechenden Lichtschwingungen oder, was dasselbe bedeutet, der verschiedenen Wellenlängen.

Denken wir uns bei A (Fig. 1) einen Sonnenstrahl (oder richtiger ein möglichst schmales Strahlenbündel) durch einen horizontalen Spalt in der Wand eines verdunkelten Zimmers eintretend, und verfolgen



Figur 1. **Die Entstehung des Spektrums.**

wir nach nochmaliger Abblendung durch den Spalt B C dessen Lauf, wenn wir ihm das horizontal gehaltene, im Querschnitt also dreieckig erscheinende Prisma P in den Weg stellen. Der auf die ebene Glasfläche auftreffende Strahl kann alsdann nicht geradlinig weiterlaufen, da die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Lichts durch einen dichten, materiellen Körper, wie es das Glas ist, wesentlich gehemmt wird. Wie nun ein Regiment Soldaten, das beim Marsch in schiefer Richtung auf ein Hindernis, etwa ein dichtes Gehölz, stöfst, infolge desselben eine Schwenkung seiner Front erfahren wird, da der eine Flügel durch das Hindernis bereits eine Verlangsamung erfährt, während der andere noch eine Zeit lang ungestört weiter marschieren kann, gerade so erleidet ein Lichtstrahl beim Übergang in ein dichteres Medium eine Richtungsänderung, die unter dem Namen der „Brechung" bekannt ist und beim Eintritt in das Glas stets in dem Sinne erfolgt,

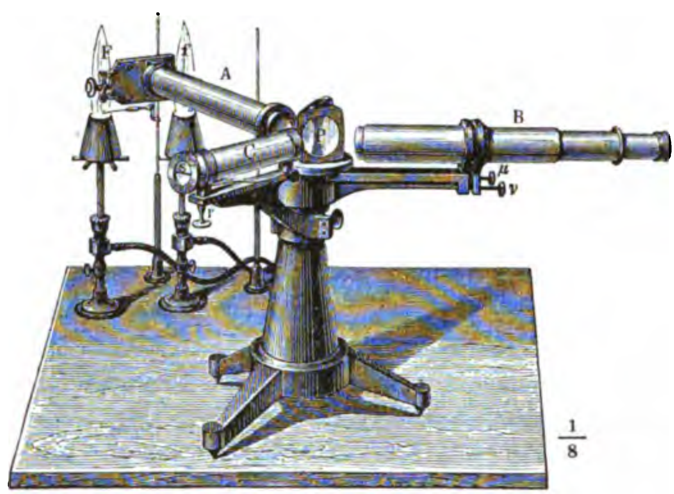
dafs der gebrochene Strahl steiler gegen die Glasfläche gerichtet ist, als es der eintretende war. Der Grad der Brechung ist dabei noch von dem Einfallswinkel nach einem höchst einfachen, mathematischen Gesetz — dem Snelliusschen Brechungsgesetz — abhängig, aufserdem aber, was für uns das Wichtigste ist, verschieden grofs für die verschiedenen farbigen Lichter, aus denen der weifse Strahl zusammengesetzt ist. Der Unterschied der Färbung, der, wie aus anderen Experimenten sich folgern läfst, auf einer Verschiedenheit in der Schwingungszahl[1]) beruht, bedingt also zugleich eine verschiedenartige Brechbarkeit, und zwar in dem Sinne, dafs die am schnellsten schwingenden violetten Strahlen auch die stärkste Brechung beim Übergang in das Glas erfahren. Treten die einzelnen Farben demnach schon innerhalb des Glases auseinander, so wird diese Zerstreuung bei der zweiten Brechung, die das Licht beim Austritt aus dem Glase erfährt, noch verstärkt, wie eine genaue Betrachtung der Figur erkennen läfst. Beim Austritt aus dem Glase bewirkt die Brechung nämlich das Umgekehrte wie beim Eintritt: die Strahlen verlassen die Glasfläche unter einem weniger steilen Winkel, als sie auf dieselbe auftrafen. Wäre die Austrittsfläche der Eintrittsfläche parallel, wie es bei einer gewöhnlichen Glasplatte der Fall ist, so würde die zweite Brechung die bei der ersten entstandene Divergenz der verschiedenfarbigen Strahlen wieder aufheben und alle Strahlen parallel machen; nur die prismatische Gestalt unseres Glaskörpers kann daher auf der weifsen Wand statt der Lichtlinie B′C′ ein wirkliches Spektrum RV erzeugen, bei welchem die roten Strahlen (R) die geringste Ablenkung von der ursprünglichen Richtung aufweisen.

Zur Erzielung gröfserer Reinheit des Farbenbandes mufs nun einerseits der Spalt A möglichst eng sein, andererseits aber das Licht als paralleles Strahlenbündel das Prisma durchlaufen, was man durch

---

[1]) Die Zahl der in einer Sekunde stattfindenden Ätherschwingungen beläuft sich beim roten Licht auf 400 Billionen, beim violetten dagegen auf 750 Billionen, sodafs im Vergleich mit der Akustik die verschiedenen Farben den verschieden hohen Tönen entsprechen, wobei aber die gesamte Farbenskala noch nicht einmal eine volle Oktave umfafst. Da nun alle Lichtarten sich mit der gleichen Geschwindigkeit von rund 300 000 km in der Sekunde fortpflanzen, so kommt der Lichtstrahl in der Zwischenzeit zwischen zwei Schwingungen für verschiedene Farben verschieden weit vorwärts, d. h. den Unterschieden der Schwingungszahlen entsprechen auch solche der „Wellenlänge“. Die Wellenlänge des roten Lichts, der Weg, um welchen der Lichtstrahl in der Zwischenzeit zwischen zwei Schwingungen weiterkommt, beträgt etwa 750 $\mu\mu$ (Milliontel Millimeter), dagegen diejenige des violetten nur ungefähr 400 $\mu\mu$.

Einschaltung einer Linse, der sog. Collimatorlinse, erreicht, die so zwischen Spalt und Prisma gestellt wird, dafs sich der Spalt in ihrer Brennebene befindet. Fügt man schliefslich noch ein Beobachtungsfernrohr hinter dem Prisma hinzu, mit dessen Hilfe das Spektrum in seinen Einzelheiten deutlich erkannt und ausgemessen werden kann, so ist aus dem einfachen Prisma der Spektralapparat hervorgegangen, wie ihn unsere Figur 2 den Lesern in einer der gebräuchlichsten Formen vor Augen führt.



1/8

Figur 2. **Bunsens Spektroskop.**

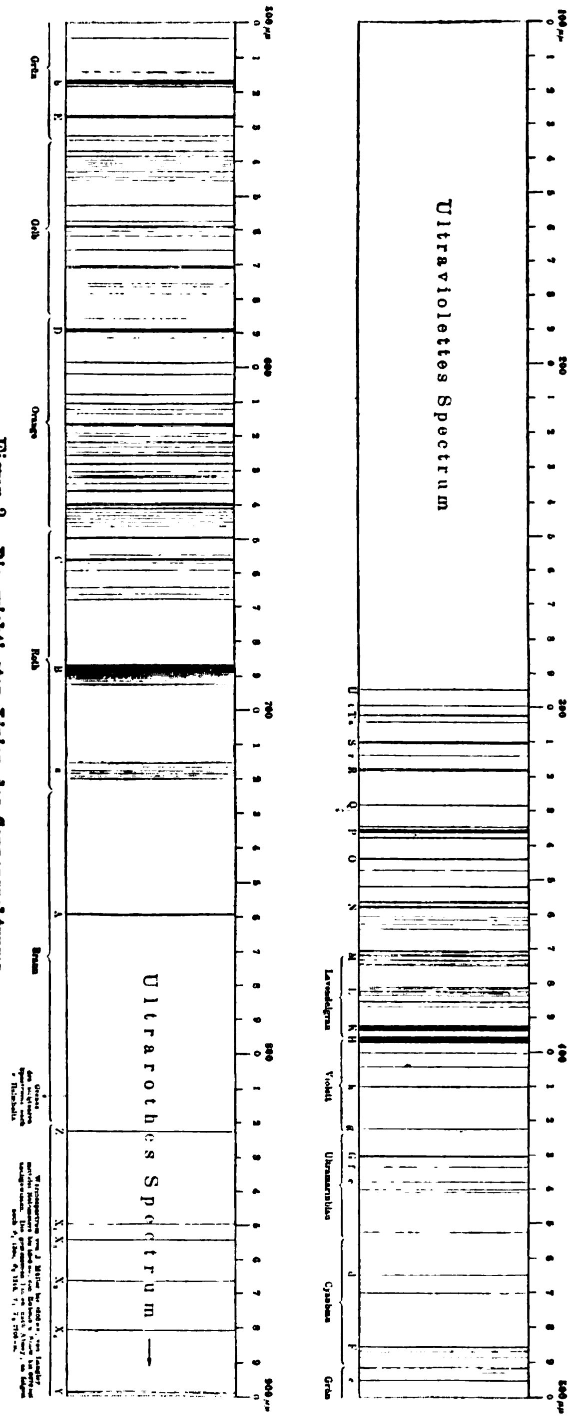
P Prisma; A Collimatorrohr; B Beobachtungsrohr; C Skalenrohr. Man sieht im Beobachtungsrohr B die Skala S das Spektrum durchziehen, da dieselbe an der vordersten Prismenfläche nach B gespiegelt wird; F, f Bunsenflammen zur Verflüchtigung der Leichtmetalle; μ, v, r Stellschrauben.

Betrachten wir das durch Sonnenlicht erzeugte Spektrum genauer, so können wir zwar nur etwa 6 bis 7 mit verschiedenen Namen zu bezeichnende Farben darin erkennen (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett), aber diese Farben gehen durch unmerkliche Zwischentöne in einander über, sodafs eigentlich von unzählig verschiedenen Farbentönen gesprochen werden mufs; das Farbenband besteht gewissermafsen aus sehr vielen, dicht neben einander liegenden und successive immer wieder etwas anders gefärbten Bildern des als Lichtquelle dienenden Spektroskop-Spaltes. Die Grenzen des Spektrums sind sowohl am roten als auch am violetten Ende äufserst unscharf; sie bedeuten auch gar nicht ein wirkliches Aufhören desselben, sondern nur eine allmählich so weit gehende Farbenänderung, dafs schliefslich unser Auge die äufsersten roten und violetten Strahlen

nicht mehr zu empfinden vermag. Dafs sich in Wirklichkeit das Strahlungsspektrum nach beiden Seiten hin viel weiter ausdehnt, als wir zu sehen vermögen, beweisen uns jenseits des Rot das Thermometer, beziehungsweise die viel empfindlicheren Wärmemefsapparate, die man als Thermosäulen und Bolometer bezeichnet. Die auf der anderen Seite an das sichtbare Spektrum sich anschliefsenden ultravioletten Strahlen sind dagegen vorwiegend durch ihre chemische Wirksamkeit erkennbar, sodafs z. B. photographische Platten von solchem für uns unsichtbaren Lichte noch geschwärzt werden. Mit Hilfe fluoreszierender Körper jedoch, die die Fähigkeit haben, auffallendes Licht gröfserer Brechbarkeit in solches von geringerer Brechbarkeit zu verwandeln, können wir die „chemischen“ Strahlen auch unserem Auge wahrnehmbar machen; so leuchtet ein Bariumplatincyanürschirm, wie er bei den Versuchen mit Röntgenstrahlen gebraucht wird, auch im ultravioletten Teile des Sonnenspektrums mit schönem, grünem Lichte auf.

Haben wir so einen Überblick über die verschiedenen, im Sonnenlichte enthaltenen Strahlensorten durch ihre Nebeneinanderlegung im Spektrum gewonnen, so ist uns doch noch das eigentliche Charakteristikum des Sonnenspektrums entgangen, nämlich die zahlreichen feinen dunklen Linien, welche das Farbenband an allen Stellen durchqueren, und die zwar schon im Jahre 1802 von Wollaston bemerkt, aber erst 1814 von Fraunhofer als unverrückbare Merkzeichen des Sonnenlichtes erkannt worden sind und darum mit Recht des letzteren Namen tragen.

Um diese Fraunhoferschen Linien in möglichst grofser Zahl und Schärfe erkennen zu können, müssen wir den Spalt des Spektroskops so eng stellen, als es die dadurch natürlich bedingte Verringerung der Helligkeit des Spektrums gestattet. Wir erkennen alsdann, wie es unsere Figur 3 zeigt, eine grofse Reihe solcher dunkler Unterbrechungen der kontinuierlichen Farbenfolge; einzelne derselben sind durch ihre Intensität und Breite verhältnismäfsig leicht erkennbar (Fraunhofer hat diese stärksten Linien mit den grofsen Buchstaben des lateinischen Alphabets bezeichnet), während die überwiegende Mehrheit von äufserster Feinheit und darum nur mit vorzüglichen Instrumenten erkennbar ist. Die Zahl der heute bekannten Fraunhoferschen Linien geht in die Tausende; was sie jedoch zu bedeuten haben, können wir erst verstehen, nachdem wir auch andere Lichtquellen der Analyse durch das Prisma unterworfen haben.



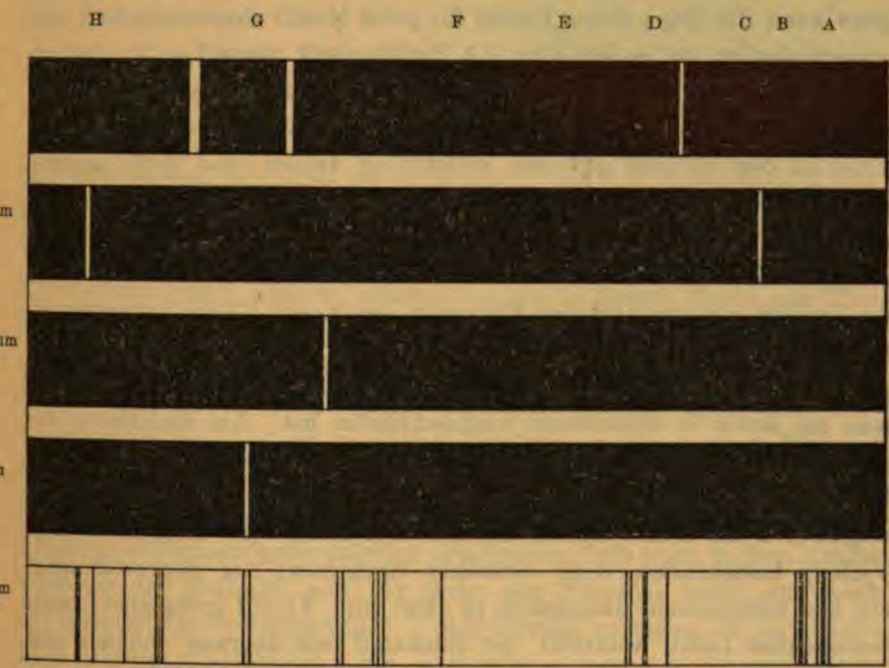
Figur 3. **Die wichtigsten Linien des Sonnenspektrums.**
(nach Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik.)

Richten wir das Spektroskop auf eine unserer künstlichen Lichtquellen, etwa auf die Flamme einer Petroleumlampe oder auf den Faden einer elektrischen Glühlampe, so gewahren wir zwar dasselbe Farbenband wie beim Sonnenlicht, jedoch sind die brechbareren Teile desselben verhältnismäfsig lichtschwach, und die im Sonnenspektrum so zahlreichen Fraunhoferschen Linien fehlen gänzlich. Die Verschiedenheit in der Helligkeitsverteilung können wir uns leicht durch den gewaltigen Temperaturunterschied der verglichenen Lichtquellen erklären; denn wenn wir die Temperatur der Petroleumflamme, z. B. durch Einleiten von reinem Sauerstoffgas, künstlich steigern, so sehen wir schon mit freiem Auge das vorher

gelbliche Licht in ein glänzendes Weifs übergehen und das Spektroskop zeigt uns nun auch das blaue Ende des Spektrums hell leuchtend. Man hat durch derartige Vergleiche feststellen können, dafs die Stelle maximaler Strahlungsenergie nach einem ganz bestimmten, von Wien theoretisch gefolgerten Gesetze sich mit steigender Temperatur vom Rot nach dem Blau hin verschiebt, und Paschen konnte sogar aus der Lage des Helligkeitsmaximums im Sonnenspektrum ermitteln, dafs die Temperatur der Sonnenoberfläche sich auf etwa 5400° belaufen müsse. — Das Fehlen der Fraunhoferschen Linien im Flammenspektrum läfst uns ferner vermuten, dafs diese Linien nur unter besonderen Umständen in einem kontinuierlichen Spektrum auftreten, vielleicht erst auf dem Wege von der glühenden Sonnenoberfläche bis zu unserem Auge durch irgendwelche Absorptionswirkungen zu stande kommen, wie dies in der That von Kirchhoff im Jahre 1859 erwiesen worden ist.

Bevor wir indessen auf diese Kirchhoffsche Deutung der Fraunhoferschen Linien näher eingehen können, müssen wir erst noch eine weitere Gruppe von Lichtquellen spektroskopisch untersuchen. Ein kontinuierliches, völlig lückenloses Spektrum zeigt uns, wie wir oben gesehen haben, nur das von glühenden, festen Körpern ausgesandte Licht, denn wie in der Glühlampe der feste, durch den elektrischen Strom zum Glühen gebrachte Kohlenfaden das Leuchtende ist, so stammt auch das Licht einer Petroleum- oder Gasflamme von glühenden, festen Kohlenstäubchen her, deren Vorhandensein im Inneren der Flamme durch ihre russende Wirkung leicht nachgewiesen werden kann. Mischen wir dem Leuchtgase jedoch vor der Verbrennung eine ausreichende Menge von Luft bei, wie dies bei dem sogenannten Bunsenbrenner mittelst der im Stativ befindlichen Öffnungen geschieht, so wird die Verbrennung im ganzen Querschnitt der Flamme gleichzeitig von statten gehen; die Rufsteilchen gelangen gar nicht erst zur Abscheidung, und die Flamme verliert daher ihre Leuchtkraft, während sie gleichzeitig eine bedeutend höhere Temperatur erlangt. Das matte Licht, welches jetzt noch von der Flamme ausgeht, stammt von dem verbrennenden Leuchtgase selbst her und zeigt sich schon dem blofsen Auge bläulich gefärbt, woraus man bereits schliefsen kann, dafs es nicht alle Strahlengattungen des Spektrums enthält. Richten wir jetzt das Spektroskop auf die „Bunsenflamme“, so erblicken wir kein kontinuierliches Spektrum mehr, sondern drei durch dunkle Zwischenräume getrennte, nach der blauen Seite hin allmählich verblassende Lichtbänder im Grüngelb, Grün und

Natrium sahen, die minimalsten Spuren dieser Stoffe zur Hervorrufung der entsprechenden Linien. Gerade dadurch ist die Spektralanalyse für den Chemiker von so hervorragender Bedeutung geworden, ja eine ganze Reihe von zwar verbreiteten, aber stets nur in sehr geringen Mengen vorkommenden Elementen wie Rubidium, Cäsium, Thallium, Indium und Gallium, sind erst durch die Spektralanalyse entdeckt worden.



Figur 4. **Zusammenstellung einiger Spektra.**

Zur Untersuchung der Spektra der schwerer flüchtigen Metalle bedürfen wir einer anderen Methode, da dieselben in der Bunsenflamme nicht vergast werden würden. Man bedient sich in diesem Falle des elektrischen Funkens, dessen Temperatur eine aufserordentlich hohe ist, und dessen Spektrum daher neben den Linien des durchschlagenen Gases auch stets die Linien derjenigen Metalle zeigt, zwischen denen der Funken überspringt. Auch in dem Davyschen Lichtbogen (Bogenlampe) herrscht eine so hohe Hitze, dafs darin sogar die schwerst schmelzbaren Metalle verflüchtigt und in Bezug auf ihr Spektrum untersucht werden können; nur projizieren sich in diesem Falle die hellen Metalllinien auf das kontinuierliche Bogenlichtspektrum, das von den glühenden Kohlenteilchen herrührt. Da jedoch dieses Spektrum bei stärkerer Dispersion durch die Ausbreitung

auf eine gröfsere Fläche erheblich abgeschwächt wird, während die metallischen Linien von dieser Schwächung nicht betroffen werden — weil sie eben Linien bleiben —, so ist der Kontrast, mit welchem die Metalllinien hervortreten, meist völlig ausreichend.

Die Spektra der Schwermetalle sind zumeist aufserordentlich reich an Linien; so hat man z. B. beim Eisenspektrum mehr als ein halbes Tausend Linien beobachtet und gemessen. Wenn nun übrigens auch die Lage dieser Linien für jedes Metall charakteristisch und unveränderlich ist, so ist doch die Sichtbarkeit derselben in hohem Mafse von den Druck- und Temperaturverhältnissen der betreffenden Dämpfe abhängig, sodafs unter besonderen Verhältnissen Linien, die sonst zu den hellsten gehören, vollständig fehlen und dafür andere, sonst äufserst schwache Linien stark hervortreten können, wodurch das Spektrum fast bis zur Unkenntlichkeit verändert wird.

In noch viel höherem Mafse vom Druck abhängig erweisen sich die Spektra nichtmetallischer Elemente, besonders die der permanenten Gase: Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Diese Gase bringt man gleichfalls durch elektrische Entladungen zum Leuchten, nachdem man sie zuvor in Glasröhren eingeschlossen hat. Am einfachsten erscheinen die Spektra dieser permanenten Gase bei sehr niedrigem Druck, also in sogenannten Geifslerschen Röhren. Der Wasserstoff zeigt bei 1 bis 3 mm Druck ein aus drei Linien (in Rot, Blau und Violett) bestehendes, sehr einfaches Spektrum; der Sauerstoff zeigt ein aus zahlreichen, namentlich in Blau und Violett gelegenen Linien bestehendes Licht, während der Stickstoff ein überaus schönes und charakteristisches, aus zahlreichen kannelierten Banden (d. h. Gruppen von Linien) zusammengesetztes „Säulenspektrum“ erkennen läfst. Unter anderen Druckverhältnissen können die Linienspektra von Bandenspektren vertreten werden, oder es kann auch ein continuierliches Spektrum daraus hervorgehen — immer aber bleibt der Ort der Linien, so lange sie sichtbar sind, unveränderlich, so dafs eine Ausmessung ihrer Stellung trotz aller Mannigfaltigkeit in dem Aussehen des Spektrums sicheren Aufschlufs über die Natur des leuchtenden Gases zu geben vermag.

(Fortsetzung folgt.)

Ein neuer Planet zwischen Erde und Mars!

Wer hätte sich's noch vor kurzem träumen lassen dürfen, dafs das Bild, welches seit mehr als 50 Jahren — seit der denkwürdigen Entdeckung des Neptun durch Galle auf Grund der Rechnungen des Franzosen Leverrier — unsere Planetenwelt darbot, eine so wesentliche Vervollständigung erfahren würde, wie sie in diesen Tagen zur Thatsache geworden ist? Immer höher schwoll die Zahl der Asteroiden an, doch keine der zahlreichen Entdeckungen, die wir zum weit überwiegenden Teile in den letzten Jahren der Photographie und ihrer Verwendung bei der systematischen Verfolgung der kleinen Planeten in den bewährten Händen eines Wolf in Heidelberg und eines Charlois in Nizza zu verdanken hatten, liefs den von Leverrier bereits gehegten Gedanken gerechtfertigt erscheinen, dafs auch in dem Raume zwischen der Erdbahn und der Bahn des Planeten Mars sich noch ein Wandelstern herumtummele. Wer vermag zu sagen, ob der Planet, über dessen Entdeckung wir nachstehend unseren Lesern einige Mitteilungen zu machen beabsichtigen, der einzige dieser Art ist, ob nicht vielleicht noch mehrere, etwa gar eine ganze Gruppe, das Schicksal des nun entdeckten Gestirns teilen, dafs sie sich bisher vor unseren Blicken verbergen konnten? Es wäre unwissenschaftlich und im gegenwärtigen Augenblick überdies mehr als verfrüht, wenn wir schon jetzt der Erörterung der Frage näher treten wollten, ob und inwieweit die zu meldende Entdeckung dazu führen wird, manche bisher unerklärte Erscheinung im Getriebe des Planetenmechanismus aufklären zu helfen; das aber steht fest, dafs sie künftig von der allergröfsten Bedeutung für die Lösung der fundamentalsten Aufgaben im Gebiete der theoretischen wie der praktischen Astronomie werden wird.

In der Absicht, den seit dem Jahre 1889 nicht mehr beobachteten Planetoiden (185) Eunike aufzusuchen, photographierte der Verfasser dieser Notiz mit Unterstützung eines freiwilligen Mitarbeiters, Herrn Studiosus Linke, die Umgebung des Sternes β Aquarii, wo sich der

gesuchte Körper der Berechnung gemäfs befinden sollte, in der Nacht vom 13. auf den 14. August dieses Jahres. Gleich nach Beendigung der zweistündigen Belichtung, noch in der nämlichen Nacht, wurde die Platte entwickelt und fertig gemacht. Am nächsten Morgen begann die sorgfältige Durchsuchung der Platte, auf welcher nach kurzer Zeit die beiden Planeten (119) Althaea und (185) Eunike identifiziert wurden. Etwas später wurde ein verdächtiges, strichartiges Objekt mit Hülfe der Lupe bemerkt, das unzweifelhaft einem Gestirn angehören mufste, welches sich während der Exposition unter den Fixsternen weiter bewegt hatte. Verfasser hielt diesen Strich, den er auf einer älteren Platte derselben Gegend nicht finden konnte, wegen seiner beträchtlichen Länge von ca. 0.4 mm — im Durchschnitt zeichnen bei zweistündiger Belichtung die Planeten Striche von 0.2 bis 0.25 mm Länge auf — für die Spur eines neuen Kometen; da an der betreffenden Stelle nämlich weder ein bekannter Planet, noch einer von den gegenwärtig am Himmel sichtbaren Kometen stehen konnte, so handelte es sich jedenfalls allem Anschein nach um ein neues Objekt.

Nun hiefs es den Himmel befragen. Der Abend des 14. August war klar, der Himmel wolkenlos. Gleich nach 10 Uhr, nachdem die letzten Besucher die Sternwarte verlassen hatten, wurde der 12zöllige Refraktor der Urania auf den Stern β Aquarii gerichtet. Nicht weit von diesem hellen Gestirn fand sich bald ein fixsternartiges Objekt 10. bis 11. Gröfse. Der neue Körper war gefunden. Sofort, nachdem seine rückläufige Bewegung unzweifelhaft durch ein paar rohe Messungen festgestellt war, wurden mehrere genaue Beobachtungen gemacht. Damit war die Hauptarbeit dieser Nacht erledigt.

Am nächsten Morgen zeigte die Reduktion, dafs das neue Objekt eine ungewöhnlich grofse Bewegung besafs, wie sie bisher nie an einem kleinen Planeten — von einem Kometen konnte nun schon nicht mehr die Rede sein — beobachtet worden war. Das merkwürdige Resultat mitsamt dem scheinbaren Ort des Planeten DQ, welche provisorische Bezeichnung er bis auf weiteres trägt, wurde unverweilt telegraphisch nach Kiel an die Zentralstelle für astronomische Telegramme gemeldet und von dort, ebenfalls auf telegraphischem Wege, wie üblich, an eine grofse Zahl Sternwarten weiter gegeben.

Fleifsige Beobachter machten sich sofort daran, den Planeten zu beobachten, und binnen kurzem war eine grofse Zahl brauchbarer Ortsbestimmungen zusammen, die sämtlich auch an Herrn A. Berberich vom Berliner Königlichen Recheninstitut, den verdienstvollen Planetenberechner, gelangten. Nachdem am 31. August dem Verfasser

noch eine Beobachtung geglückt war, machte sich Herr Berberich am 2. September an die Arbeit, aus den 17 Tage Zwischenzeit umfassenden Beobachtungen eine Bahn zu errechnen. Am Nachmittag bereits war das überraschende und kaum glaublich erscheinende Resultat ermittelt, dafs es sich nicht um einen kleinen Planeten der Gruppe zwischen Mars und Jupiter handele, vielmehr der neue Weltkörper, nun ein gesichertes Glied unseres Sonnensystems, seine Bahn um die Sonne zum weitaus gröfsten Teile in dem Raume zwischen der Erdbahn und der Marsbahn beschreibt. Die Elemente, die allerdings, wenn der Planet längere Zeit beobachtet und verfolgt sein wird, noch kleine Änderungen erfahren dürften, sind die folgenden:

Epoche: 1898 August 31.5 mittlere Zeit Berlin.

Mittlere Anomalie . . . =	220°	14′	3″.7	
Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten . =	178	28	26.2	bezogen auf die mittlere Lage von Äquator und Ekliptik für den Jahresanfang 1898.
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . . . =	303	48	53.0	
Neigung der Bahn gegen die Erdbahn . . . . =	11	6	57.1	
Exzentrizitätswinkel . . =	13	13	3.8	

Mittlere tägliche Bewegung = 2010″.131

Dauer des Umlaufs um die Sonne = 645 Tage.

Halbe grofse Axe der Bahn = 1.4606 astronomische Einheiten, welche letztere zu rund 20 000 000 Meilen gerechnet werden kann.

Hiernach ergab sich, dafs der Planet nahezu in der Sonnenferne aufgefunden ist, dafs aber, wenn die Zeit seiner Opposition zugleich mit der Sonnennähe zusammenfällt, er die Helligkeit eines Sternes sechster Gröfse erreichen und bei einer solchen Gelegenheit der Erde bis auf $2^1/_2$ Millionen Meilen nahe kommen wird.

Diese kurzen Andeutungen werden schon zur genüge erkennen lassen, dafs hier ein Planet gefunden wurde, dessen planmäfsige Beobachtung namentlich für die Ermittelung der Sonnenparallaxe, mit anderen Worten der Entfernung der Erde von der Sonne, eine bisher ungekannte Genauigkeit erhoffen läfst, ein Punkt, über den später in Verbindung mit anderen bedeutsamen Aufgaben nähere Mitteilungen erfolgen werden.

Wie häufig der Zufall sein Spiel treibt, so auch in diesem Falle. Bald nach Bekanntwerden der Entdeckung meldete nämlich der Direktor Perrotin der Sternwarte Nizza, dafs Herr Charlois dort in der Nacht vom 13. zum 14. August die fragliche Gegend ebenfalls

photographisch aufgenommen habe, und dafs der Planet sich auf der Platte vorfinde. Nach astronomischen Gepflogenheiten gilt indessen derjenige, der zuerst eine bezügliche Meldung an die Zentralstelle nach Kiel gelangen läfst, als der eigentliche Entdecker, und so haben Zufall und Glück zusammengewirkt, um dem Verfasser vorstehender Zeilen diese wichtige Entdeckung zu teil werden zu lassen.

G. Witt.

Die grössten astronomischen Refraktoren besitzen derzeit das Yerkes-Observatorium (unweit Chicago) und das Lick-Observatorium auf dem Mt. Hamilton (California), beides von Clark gebaute Instrumente, ersteres mit einer Objektivöffnung von 135 cm (40 inches), das andere von 121 cm (36 inches) Apertur. Über 100 cm Öffnung haben aufserdem folgende Fernrohre: 109 cm das Instrument des Nationalobservatoriums zu Meudon (Paris), 106 cm das in Ausführung begriffene grofse Instrument des astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, und nahezu die gleiche Gröfse, 102 cm resp. 101 cm, besitzen die Refraktoren der Sternwarten von Nizza und von Pulkowa bei Petersburg. Folgende Instrumente rangieren mit 85—100 cm (25—30 inches):

98 cm Öffnung der Refraktor des Pariser Observ. (Martin),
94 „ „ „ „ des Greenwicher Observ. (Grubb),
90 „ „ „ Wiener Refraktor (Grubb) und das Archenhold-sche Fernrohr zu Treptow bei Berlin (Schott, Steinheil, Hoppe),
88 „ „ „ zweite Refraktor zu Greenwich (Grubb) sowie die Refraktoren des Naval-Observatory zu Washington und des Cormick-Observatory (Virginia) (beide von Clark),
85 „ „ „ Refraktor des Cambridge-Observ. (Cooke).

Mit Objektivöffnungen von 67—85 cm (20—25 inches) sind derzeit folgende Instrumente gebaut: der Refraktor von Gebrüder Henry in Paris (83 cm), die Instrumente von Clark für das Harvard-College-Observ. (Cambr.) und das Lowell-Observatory, sowie der Grubb-Refraktor der Kapstadt-Sternwarte (81 cm); ferner sieben Instrumente (67—80 cm) von Clark, Merz und Henry an den Observatorien Paris, Princeton, am Ätna u. a. a. Orten. *

Bewegung des roten Jupiterfleckes. Das vor zwanzig Jahren auf der südlichen Hälfte der Jupiterkugel entdeckte merkwürdige Gebilde eines grofsen roten Fleckes hatte schon bald nach seiner Entdeckung eine selbständige, d. h. von der Rotation des Jupiter unabhängige Bewegung gezeigt, so dafs die Weiterbewegung dieses Fleckes unter der Annahme gewisser Hypothesen im voraus angegeben werden konnte.

Am astrophysikalischen Observatorium in Potsdam ist der rote Jupiterfleck oft beobachtet worden, und ein ansehnliches Material mikrometrischer Messungen, bis in die neueste Zeit reichend, liegt vor. Prof. Lohse hat vor kurzem den Versuch gemacht, unter Annahme eines festen Meridians und unter Voraussetzung einer gleichförmigen Rotation des Jupiter von $9^h\ 55{,}7^m$ die Bewegung des Fleckes in der 20jährigen Periode aus den Messungen festzustellen und ist dabei zu einem sehr merkwürdigen Resultate gelangt. Er leitete aus den Beobachtungen über den Mittelpunkt des Fleckes für jede Opposition einen „Normalort“ ab, und der Vergleich dieser Normalörter liefs deutlich die eigentümlich fortschreitende Eigenbewegung des Fleckes erkennen. Folgende jovigraphische Längen resultierten aus den Jahresbeobachtungen:

1878,6	249,5 °
79,7	182,7
1880,7	128,5
82,1	78,0
84,1	32,6
86,3	8,3
88,3	358,9
1891,7	352,0
94,0	358,8
96,1	10,1
97,3	20,4

Aus den ersten Normalörtern zeigt sich also schon eine andauernde schnelle, aber gesetzmäfsige Abnahme der Längen. Der Fleck kam jeden Tag früher in die Mitte der Scheibe, als er nach der mittleren täglichen Rotation des Jupiter kommen sollte; demnach übertraf seine Bewegung die Rotationsgeschwindigkeit des Planeten. Die Geschwindigkeit des Fleckes verringert sich aber, wie man aus den Zahlen sieht, schnell, und verlangsamt sich allmählich, so dafs um 1891 eine gleichförmige, aber in umgekehrter Richtung sich vollziehende Bewegung eintritt. Wenn man also von der mittleren Rotation von $9^h\ 55{,}7^m$ an-

nehmen darf, dafs sie dem festen Jupiterkörper angehört, so würde aus den Zahlen die Folgerung zu ziehen sein, dafs der Fleck in den ersten 13 Jahren seit seinem Auftauchen fast $^3/_4$ des ganzen Umfanges der Jupiterkugel durchlaufen hat, dann umgekehrt ist und jetzt nach und nach in die bereits inne gehabten Stellungen zurückzukehren scheint. Die Kraft, welche den Fleck bei seiner Entstehung in Rotation versetzte, bewirkte demnach anfänglich ein Vorauseilen des Fleckes gegen die tägliche Rotation, dann sank die Kraft rasch, später allmählich und erreichte 1891 Gleichförmigkeit; seit dieser Zeit trat eine weitere und stärker werdende Verminderung der Bewegung ein. Nach dem Bekanntwerden des Lohseschen Resultates wird man wohl die zur Erklärung des Fleckes herangezogene Hypothese, dafs es sich hier um einen kolossalen vulkanischen Ausbruch auf der Jupiteroberfläche handle, und der rote Fleck durch die Fortbewegung der Auswurfsprodukte in der Jupiter-Atmosphäre entstanden sei, streichen müssen. Denn diese Hypothese dürfte für die Erklärung der Bewegung des Fleckes seit 1891 nicht mehr ausreichen. *

Geographische Verbreitung der Erdbeben in den Vereinigten Staaten und auf Hawaii.

Die statistischen Untersuchungen von Montessus de Ballore über die Erdbebenverbreitung erstrecken sich jetzt auch auf das Gebiet der Vereinigten Staaten Nordamerikas und auf Hawaii. Das über Erdbebenaufzeichnungen zu Gebote stehende Material ist allerdings noch sehr lückenhaft, besonders mangelt es an gröfseren, mit Seismographen angestellten Beobachtungsreihen, indessen läfst sich folgende Verteilung der Erdbebenhäufigkeit deutlich erkennen. Obenan steht die Hauptinsel der Hawaii-Gruppe; es kommt dort, wie wegen der vulkanischen Natur der Insel (welche zwei der bedeutendsten Vulkane beherbergt) naheliegend ist, schon auf je 37 qkm je ein Erdbeben. In den ausgedehnten Gebieten der Vereinigten Staaten stellt selbstverständlich Zentral-Kalifornien das seismisch bewegteste Land dar, nämlich das Terrain von San Franzisko bis östlich zum Yosemite-Thal, südlich bis zum Fort Tejon, nördlich bis zum Shastaberge. Auf je 76 qkm kommt ein Erdbeben; die unruhigsten Gegenden liegen um die Bai von San Franzisko, am mittleren Sakramento, und in den Cordilleren von Quincy bis Jackson. Südkalifornien, von der Bai von

Monterey bis San Diego (Häufigkeit 87 qkm) zeigt namentlich längs der Küste eine stärkere Bewegung. Dann folgt in der absteigenden Reihe der Erdbebenhäufigkeit Neuengland (90 qkm) mit dem Zentralpunkte Ost-Haddam; unruhig zeigt sich besonders die Bai von Boston und der Long Island-Kanal. Das Territorium Washington mit der Vulkankette zwischen Mount Baker und Mt. Hood und der Insel Vancouver und Nordkalifornien von San Franzisko bis Crescent City ergänzen das südlichere grofse kalifornische, erdbebenreiche Gebiet. Als besonders seismisch bewegt erweist sich die Küste vom Kap Mendocino bis zur Humboldtbai und die sich am Eelflusse hinziehende Gegend. Die Erdbebenhäufigkeit im Territorium Washington und Nordkalifornien steht fast gleich, etwa 118 qkm. Nun folgen die weniger von Erdbeben heimgesuchten Gebiete der Vereinigten Staaten, betreffs welcher sich freilich das Bild der Häufigkeit wesentlich anders gestalten dürfte, wenn der grofse wissenschaftliche Fortschritt in den Vereinigten Staaten auch eine systematische Beobachtung der Erdbeben zu stande gebracht haben wird. Die Gegenden am Erie- und Ontario-See, mit Rochester als Mittelpunkt, haben eine Häufigkeit von nur 345 qkm; ganz gleich stehen Ohio, Tennessee und Mississippi, noch niedriger rangiert Michigan (487 qkm). Zahlenmäfsig gegenwärtig noch schwer bestimmbar, aber nicht unerheblich ist die Erdbebenhäufigkeit in dem grofsen Gebiete, welches sich östlich von Zentralkalifornien ins Innere, über die Staaten Nevada und Utah bis zum Rio Colorado erstreckt. Hier erweisen sich einzelne Partien von den Cordilleren gegen den Pyramidensee, beim Salzsee, und die Gegend östlich von Mt. Whitheney (in den Jahren 1868—72 vielen Erdbeben ausgesetzt) als recht bewegt. Von den Küsten am mexikanischen Golf finden sich nur einzelne Erdbeben aufgezeichnet, und sehr dürftig ist besonders das statistische Material über Nebraska, Kansas, Colorado. Kapitän Montessus macht auch darauf aufmerksam, dafs die im Norden Amerikas befindliche, gewissermafsen die Brücke zwischen Asien und Amerika herstellende vulkanische Kette der Aleuten eine lebhafte seismische Bewegung, besonders auf der Insel Unalaschka, besitzt. *

Astronomische Pendeluhren ohne Kompensation.

In der Auffindung einer Stahl-Nickel-Legierung von aufserordentlich geringfügigem Ausdehnungskoëffizienten ist dem Physiker Guillaume eine nicht nur theoretisch hochinteressante, sondern auch

praktisch wichtige Entdeckung[1]) geglückt. Während man nämlich bisher bei der Herstellung astronomischer Pendeluhren gezwungen war, kostspielige Kompensationsvorrichtungen (Rostpendel oder Quecksilberkompensation) anzubringen, um die durch Temperaturschwankungen bedingten Störungen des Uhrganges zu beseitigen, lassen sich jetzt aus Nickelstahl Pendel herstellen, welche durch Temperaturänderungen nur eine kaum bemerkbare Veränderung der Schwingungsdauer erfahren und daher für astronomische Uhren ohne weiteres Verwendung finden können.[2])

Die Thatsache, dafs bei Legierung des Stahls mit wechselnden Mengen von Nickel eine so aufserordentliche Veränderung der thermischen Ausdehnung stattfindet, ist eine ganz neuartige, vom physikalischen Gesichtspunkte aus höchst merkwürdige und vorläufig unerklärbare Erscheinung, die übrigens mit ähnlichen Änderungen der Elastizität parallel geht und auf eine eigentümliche Molekularstruktur der betreffenden Legierungen schliefsen läfst. Während sich Stahl bei Erwärmung um 100° C. auf das 0,001035fache seiner Länge ausdehnt, nimmt diese Zahl — das Hundertfache des sogenannten Ausdehnungskoëffizienten — bei geringem Nickelgehalt noch zu, bis bei 24 pCt. Nickelgehalt ein Maximum erreicht wird. Bei weiterer Steigerung der Nickelbeimengung nimmt der Ausdehnungskoëffizient nun aber rapide ab und erreicht bei 35,7 pCt. Nickel den erstaunlich niedrigen Wert 0,0000877, der nur den zwölften Teil des beim Stahl beobachteten Wertes beträgt und selbst dem Iridium gegenüber eine achtmal geringere Ausdehnung anzeigt. Bei noch weiterer Zunahme des Nickelgehaltes zeigte sich aber wieder eine rasche Vergröfserung der Ausdehnung, die bald einen normalen Wert erreicht und bei reinem Nickel sogar gröfser ist als beim Stahl. Ein Analogon für diese höchst überraschenden Thatsachen kennen wir allein bei den Schmelztemperaturen, die bekanntlich für Legierungen oft wesentlich niedriger liegen als die Schmelzpunkte der einzelnen Metalle, aus denen sie bestehen; so hat Lipowitz aus Wismuth, Zinn, Blei und Kadmium eine Mischung herstellen können, die schon bei 60° flüssig wird, während die Schmelzpunkte aller Konstituenten höher als 220° liegen.

Es liegt auf der Hand, dafs der Nickel-Stahl aufser zu Pendeln auch zu vielen anderen Dingen mit Vorteil verwendet werden wird.

---

[1]) Die Auffindung der Legierung erfolgte bei Gelegenheit von Arbeiten, die von dem internationalen Institut für Mafs und Gewicht angeregt waren.

[2]) Derartige Uhren mit „immunem" Nickelstahlpendel konstruiert H. Heele in Berlin.

So werden in Zukunft vor allem Mefslineale, die im Freien gebraucht werden und eine genaue Temperaturermittlung kaum zulassen, aus dem „immunen“ Material herzustellen sein. Allerdings mufs bei dieser Verwendung der Umstand berücksichtigt werden, dafs der Nickelstahl in der ersten Zeit nach seiner Erstarrung noch sehr merkliche Volumenveränderungen erfährt, die auf einer Art elastischer Nachwirkung beruhen. F. Kbr.

Bibliographisches

Violle, J.: Lehrbuch der Physik. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich, W. Jaeger, St. Lindeck. II. Band, Zweiter Teil: Geometrische Optik. Mit 270 in den Text gedruckten Figuren. — Berlin, Verlag von Julius Springer. 1897. — Preis 8 M.

Der vorliegende Band des Violleschen Lehrbuchs der Physik behandelt das Gebiet der reinen geometrischen Optik, während die physikalische Optik in einem besonderen Bande zur Darstellung gelangen wird; einige speziellere Resultate der letzteren, soweit sie die spektrale Zerlegung des Lichtes verschiedener Lichtquellen und die Deutung der hierbei sich ergebenden Erscheinungen betreffen, haben allerdings bereits in diesem Bande Berücksichtigung gefunden.

Ausgehend von dem Erfahrungssatz der geradlinigen Fortpflanzung der Lichtstrahlen in einem homogenen Medium, werden die Gesetze der Reflexion an ebenen und gekrümmten Spiegeln, die hierauf gegründeten Verfahren der Winkelmessung, die Methode der Ermittlung kleiner Drehungswinkel durch die sogenannte Spiegelablesung und einige speziellere Formen häufig gebrauchter Instrumente, bei denen Spiegel zur Verwendung kommen, abgehandelt. Referent vermifst in diesem Zusammenhang die Erwähnung des Gaussschen Heliotropen. Besonderes Interesse verdient u. a. in diesem Teil des Werkes die Schilderung des von Foucault angewendeten Verfahrens zur Herstellung parabolischer Spiegel und der von ihm vorgeschlagenen Prüfungsmethoden.

Die nächsten beiden umfangreichen Kapitel handeln von der Brechung und Zerstreuung des Lichtes an der Grenzfläche zweier verschiedenen optischen Medien, den besonderen Eigenschaften der Linse, sowohl der unendlich dünnen wie derjenigen, deren Dicke nicht vernachlässigt werden darf, und den Hilfsmitteln zur Erzeugung achromatischer optischer Systeme. Den Schlufs bildet eine gedrängte Darstellung der Theorie der optischen Instrumente, die alles Wissenswerte berührt, ohne indessen sich allzusehr in die Einzelheiten dieser schwierigen Materie zu vertiefen. In diesem letzteren Teile sind uns einige

kleine Ungenauigkeiten, die zum Teil auf Druckfehlern zu beruhen scheinen, aufgefallen. Zum Beispiel dürfte die Angabe nicht zutreffend sein, dafs Frauenhofer den von ihm hergestellten achromatischen Fernrohrobjektiven das Öffnungsverhältnis 1 : 30 gegeben habe, welche Zahl auch heute noch üblich sei. Unseres Wissens wird im allgemeinen nicht unter das Verhältnis $^1/_{15}$—$^1/_{20}$ heruntergegangen.

Die Darstellung zeichnet sich wie in den früher bereits erschienenen Teilen durch Klarheit und Anschaulichkeit aus, berücksichtigt auch in kurzen Umrissen überall den geschichtlichen Entwicklungsgang, beruht im übrigen aber gänzlich auf der älteren Methode, ohne sich der neuen Abbeschen Anschauungsweise zu bedienen. Dankenswerterweise haben die Herausgeber mehrfach in Fufsnoten eine Vervollständigung des Inhalts, namentlich auch bezüglich neuer Instrumente und im Texte des Buches nicht erwähnter optischer Systeme, z. B. der von Zeiss in Jena der Vergessenheit entrissenen bildumkehrenden Prismenkombinationen u. a. m., gegeben. G. W.

Adolf Richter: Kalenderscheibe zur Umrechnung aller möglichen Daten in julianisches oder gregorianisches Datum. — Riga, Hinckfufs.

Dieses Hilfsmittel zur Verwandlung der Daten anderer Arten in die entsprechende unserer Zeitrechnung besteht aus einer Grundscheibe mit der Einteilung in 365 resp. 366 Tage und einigen kleineren Scheiben, die je nach der gegebenen Frage auf dem Mittelpunkte der Grundscheibe befestigt werden. So erlaubt z. B. ein und dieselbe Scheibe die gregorianischen Daten der jüdischen Mondjahre von 354, 353 und 355 Tagen und des mohamedanischen Mondjahres von 354 und 355 Tagen unmittelbar abzulesen. Eine andere genügt für das längere jüdische Jahr von über 383 Tagen und das chinesische Mondjahr, etc. Da man nur mit wenig Scheiben zu thun hat, auch die Gebrauchsanweisungen auf den einzelnen Scheiben beigedruckt sind, so kommt man mit der Verwandlung gegebener Daten recht schnell zum Ziele, und die „Kalenderscheibe“ kann darum gut empfohlen werden. G.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für Oktober und November.

Der Sternhimmel. Um die Mitte der Monate Oktober und November ist der Anblick des gestirnten Himmels um Mitternacht der folgende: Im Oktober kulminieren die Sternbilder der Fische, Andromeda und Kassiopeja, im November der Walfisch, die Plejaden und Perseus. Im Untergange sind um Mitternacht Adler (gegen 1 ^{h} morgens, im November um 11 ^{h} nachts untergehend), Delphin und Wassermann (zwischen 12 ^{h} und 2 ^{h}). Die Sternbilder Bootes, Herkules und Ophiuchus gehen zwischen 8—10 ^{h} unter, Jungfrau geht schon nachmittags unter, Wage und Skorpion in den ersten Abendstunden (Antares nach 6 ^{h}, im November um 4 ^{h}). Im Aufgehen sind um Mitternacht der grofse Löwe (Regulus geht um $^1/_2$ 1 ^{h} resp. $^1/_4$ 12 ^{h} auf), der grofse und kleine Hund (Sirius geht um $^1/_2$ 1 ^{h} resp. $^1/_2$ 11 ^{h} auf, Procyon eine Stunde früher). Der Orion ist seit 8 ^{h}, die Zwillinge seit 7 ^{h} abends vollständig sichtbar, der Stier schon in den ersten Abendstunden (Aldebaran geht um $^1/_2$ 8 ^{h} resp. $^1/_2$ 6 ^{h} auf), die Sterne des Walfisches noch etwas früher. Am Morgen-

himmel (gegen 5 h morgens) bemerkt man den Aufgang des Jungfrausternbildes. Folgende zur Orientierung verhelfenden Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtszeit:

1. Oktober	ζ Androm.	(4. Gr.)	(AR. 0 h	42 m	D. + 23°	43')
8. „	τ Piscium	(4. Gr.)	1	6	+ 29	33
15. „	ν „	(4. Gr.)	1	36	+ 4	58
22. „	β Trianguli	(3. Gr.)	2	3	+ 34	30
29. „	δ Ceti	(4. Gr.)	2	34	— 0	6
1. Novemb.	41 Arietis	(4. Gr.)	2	44	+ 26	50
8. „	12 Eridani	(3. Gr.)	3	8	— 29	23
15. „	δ „	(3. Gr.)	3	38	— 10	7
22. „	o „	(4. Gr.)	4	7	— 7	6
29. „	53 „	(4 Gr.)	4	33	— 14	30

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind:

U Cephei (Variabilität zw. 7.8. und 9. Gr., Periode 2 Tage 11 St. 50 Min.)
β Pegasi („ „ 2.2. „ 2.7. Gr. „ irregulär)
R „ (Maximum 7.8. Gr. am 9. Oktober)
U Arietis („ 7. Gr. „ 11. „)
R Leporis („ 7. Gr. „ 20. „)

aufserdem namentlich die beiden merkwürdigen Veränderlichen β Persei (Algol) mit der kurzen Periode von 2 Tagen 20 h 48 m, und Mira Ceti (o im Walfisch), dessen Periode 331 Tage beträgt und dessen Maximalhelligkeit (3.4 Gröfse) auf den 6. Oktober fallen wird. Von den hellen Nebeln ist der Andromedanebel noch gut verfolgbar.

Die Planeten. Merkur ist im Oktober anfänglich am Morgenhimmel noch sichtbar und tritt in der zweiten Hälfte des November wieder am Westhimmel nach Sonnenuntergang hervor. Am 16. Oktober ist er sehr nahe beim Jupiter zu finden, mit welchem er, und fast gleichzeitig mit der Sonne, untergeht. — Venus geht im Oktober eine Stunde nach der Sonne, später immer kürzere Zeit nach derselben unter. Sie läuft aus dem Skorpion, in welchem sie am 19. Oktober dem Antares am nächsten kommt, bis in den Ophiuchus und kehrt Mitte November in letzterem um. Vor Ende Oktober erreicht sie ihren gröfsten Glanz. Mitte November erfolgt der Untergang schon $^1/_2$ Stunde nach dem Sonnenuntergange. — Mars geht Anfang Oktober um $^1/_4$ 11 h abends auf, Anfang November um $^1/_2$ 10 h, Ende November um 8 h. Sein Lauf zieht sich von den Zwillingen (südlich von Castor) gegen den Krebs hin, Ende November ist er unweit der Sterngruppe „Krippe" im Krebs angelangt. Während der beiden Monate vermindert sich die Entfernung des Mars von der Erde um weitere 0.45 Einheiten der Entfernung Erde-Sonne. — Jupiter ist nur noch kurze Zeit am Abendhimmel beobachtbar, da er immer zeitiger untergeht; nach Mitte Oktober erfolgt sein Untergang früher als das Verschwinden der Sonne, und der Planet wird im November allmählich vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel auffindbar. Er beschreibt einen nördlich von Spica in der Jungfrau nach Südosten ziehenden Weg. — Saturn steht im Skorpion nördlich von Antares und läuft gegen den Ophiuchus hin. Er befindet sich während des Oktober und November in der Nähe von Venus, steht aber 5—6 Grad nördlicher als letztere. Er ist mit Venus am Abendhimmel zwar noch sichtbar, geht aber immer zeitiger unter, Anfang November um 6 h abends, Ende November um $^1/_4$ 5 h. — Uranus ebenfalls im Skorpion, in der Nähe von β Scorpii, steht in demselben Parallel wie Saturn, aber westlicher als der letztere. Er geht eine halbe Stunde

früher als Saturn unter. Das Zusammenfinden dreier Planeten, Venus, Saturn und Uranus, in demselben Sternbilde, in der Nähe der hellen Sterne α und β Scorpii, ist keine ganz unbemerkenswerte Konstellation. — Neptun endlich ist die ganze Nacht sichtbar, da er Anfang Oktober um 9 h, Ende November gegen 5 h abends aufgeht. Er befindet sich in der Nähe von ζ Tauri (3.3 Gr.).

Für Berlin sichtbare Sternbedeckungen durch den Mond.

			Eintritt			Austritt		
6. Oktober	132 Tauri	(5.4. Gröfse)	5 h	23 m	morg.	6 h	37 m	morg.
18. „	σ Scorpii	(3.3. „)	5	0	abends	5	51	abends
22. „	π Capricorni	(5. „)	4	57	„	6	9	„
22. „	ρ „	(5.1. „)	6	11	„	7	10	„

Mond.

Letztes Viert.	am	7. Oktober	Aufgang	9 h	56 m	abends,	Unterg.	2 h	0 m	nachm.
Neumond	„	15. „		—				—		
Erstes Viert.	„	22. „	„	1	52	nachm.,	„	10	54	abends
Vollmond	„	29. „	„	4	3	„	„	8	12	morg.
Letztes Viert.	„	6. Novemb.	„	11	9	abends,	„	1	11	nachm.
Neumond	„	14. „		—				—		
Erstes Viert.	„	20. „	„	0	40	nachm.,	„	11	30	abends
Vollmond	„	28. „	„	3	43	„	„	9	8	morg.

Erdnähen: 20. Oktober, 16. November; Erdfernen: 7. Oktober, 4. November.

Sonne.

	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag			Zeitgleichung		Sonnenaufg. f. Berlin		Sonnenunterg. f. Berlin	
1. Oktober	12 h	40 m	48.8 s	— 10 m	22.4 s	6 h	4 m	5 h	36 m
8. „	13	8	24.7	— 12	28.0	6	16	5	19
15. „	13	36	0.6	— 14	11.7	6	29	5	3
22. „	14	3	36.5	— 15	27.7	6	42	4	48
29. „	14	31	12.3	— 16	11.4	6	55	4	34
1. Novemb.	14	43	2.0	— 16	18.9	7	0	4	28
8. „	15	10	37.9	— 16	7.6	7	13	4	16
15. „	15	38	13.8	— 15	14.4	7	26	4	5
22. „	16	5	49.7	— 13	40.4	7	38	3	56
29. „	16	33	25.6	— 11	28.8	7	49	3	49

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

Himmel und Erde

Das Märchenland des Yellowstone.

Von **Dr. P. Schwahn** in Berlin.

Im Nordwesten der Unionsstaaten an der Grenze der drei Territorien Montana, Wyoming und Idaho liegt inmitten der Bergriesen des Felsengebirges im Quellgebiete des oberen Yellowstone- und Madison-River das berühmte Wunderthal Amerikas, das unter dem Namen „Yellowstone- oder National-Park" bekannte grofsartigste Geysergebiet der Welt. — Es ist ein Märchenland, dem auf dem ganzen Erdenrunde nichts Ebenbürtiges zur Seite zu stellen ist, das die Bürger der Vereinigten Staaten wie ein Geschenk der Natur verehren, zu dem sie hinpilgern wie zu einem Mekka, und von dessen natürlichen Fontänen, mächtigen Felspartien, majestätischen Wasserfällen, anmutigen Seen und herrlichen Waldungen sie mit einer gewissen Ehrfurcht und Andacht erzählen.

Merkwürdigerweise ist dieses Wunderland erst seit einem viertel Jahrhundert bekannt. Eine unbestimmte Kunde von den eigenartigen Erscheinungen desselben stammt zwar schon aus dem Anfange dieses Jahrhunderts, wo gelegentlich ein kühner Pionier, nach Erzen suchend, einen staunenden Blick in das Zauberland that; auch wurden Nachrichten über kochende Quellen, vulkanisch ausgeworfene Wasser- und Schlammergüsse von Zeit zu Zeit aus Jäger- und Indianermunde der civilisierten Welt des Ostens überbracht, doch blieben diese märchenhaften Schilderungen und abenteuerlichen Gerüchte mehr denn sechzig Jahre unbeachtet und fanden keinen Glauben. Als jedoch im Jahre 1869 die Goldsucher Cook und Falsom den oberen Yellowstone besuchten und nach ihrer Rückkehr von herrlichen Wasserfällen, von einem grofsen See, von heifsen Quellen und Geysern erzählten, wurde

die öffentliche Aufmerksamkeit so sehr erregt, dafs General Wafsburn mit einer Anzahl Bürger aus Montana eine Expedition dahin ausrüstete. Die Nachricht von dem neu entdeckten Wunderland durchflog die Union wie ein Lauffeuer, sie erweckte in den einflufsreichen Kreisen den lebhaften Wunsch einer gründlichen Erschliefsung jener Regionen. Diese erfolgte denn auch bald darauf im Sommer 1871 unter der Leitung des damaligen Direktors der geologischen und geographischen Landesaufnahme, Prof. Haydens, durch eine vom Staate ausgerüstete Expedition.

Es ist bezeichnend, dafs die Mitglieder der Haydenschen Expedition, als sie den ersten Qualm der kochenden Springquellen gewahrten, ein Geschrei erhoben: die Geyser! die Geyser! geradeso wie der verwunderte Ruf: Land! Land! erscholl, als sich Columbus' Zuversicht auf die Entdeckung einer neuen Welt als Wahrheit und Wirklichkeit erwies.

Die begeisterten Schilderungen des amerikanischen Geologen von der Anmut, von der Romantik und düsteren Melancholie des alle Erwartungen übertreffenden Schauplatzes vulkanischer Thätigkeit erregten die Aufmerksamkeit der Bundesregierung und bewogen dieselbe auf Haydens Anregung zu einer That, die ein ehrendes Zeugnis von der Achtung der Repräsentanten der amerikanischen Nation für die Bestrebungen der Wissenschaft und für die Juwelen ihres Landes ablegt, und die zugleich dem Volke ein kostbares Geschenk erhalten sollte, das sonst leicht in den Händen gewinnsüchtiger Spekulation geschmälert werden konnte.

Am 1. März 1872 beschlofs der Kongrefs der Vereinigten Staaten, einen Teil dieses Märchenlandes, 168 deutsche Quadratmeilen umfassend, — also etwa ein Gebiet von der Gröfse des Grofsherzogtums Oldenburg — zu einer Staatsdomäne, zu einem Nationalpark zu erklären, der für ewige Zeiten dem Wohle und Vergnügen des Volkes und den Forschungen der Wissenschaft reserviert bleiben sollte.

Der Name „Park“ könnte leicht zu irrtümlichen Auffassungen von der Natur jener Gegenden Anlafs geben; man könnte glauben, die Landschaft, welche die wunderbaren vulkanischen Erscheinungen umrahmt, sei durch Menschenhand bereits künstlich zu einem Parke umgestaltet worden. Allein nichts ist irrtümlicher. Das ganze Gebiet stellt noch immer eine der ursprünglichsten Gebirgswildnisse dar, welche sich überhaupt im westlichen Teile der Unionsstaaten vorfinden. Aufser der Anlage einiger Wege von primitiver Beschaffenheit, der Herstellung einiger die Verkehrstrafsen vermittelnden Brücken

hat man sich wohl gehütet, der Natur irgend welchen Zwang anzuthun; die Bäume liegen so, wie sie Wind und Wetter durch einander geworfen haben. Das Thal war noch bis in die neueste Zeit so unberührt von der Hand der Civilisation, dafs jeder Reisende sich Wagen, Pferde, Zelt und Proviant selbst mitbringen mufste, und zur Benutzung der warmen Quellen gab es im ganzen Parke in den 70er Jahren nur zwei elende Bretterbuden. Erst seit dem Sommer 1883 haben die Amerikaner inmitten der Wildnis fünf Hotels von kolossalen Dimensionen erbaut, um den Tausenden von Touristen und Hei-



Eintritt in den Yellowstone-Park.

lungsbedürftigen, welche aus allen Teilen der Welt dies herrliche Fleckchen Erde aufsuchen, ein Unterkommen zu schaffen.

Auch wir wollen heute eine Wanderung nach dem berühmten Wallfahrtsorte der Amerikaner unternehmen; eine Anzahl von Naturaufnahmen soll uns die Gaben zeigen, welche hier mit vollen Händen ausgestreut sind.

Um dorthin zu gelangen, benutzen wir die nördliche der beiden grofsen Weltverkehrslinien des neuen Kontinents, die im Jahre 1883 eröffnete Northern Pacific Bahn. Von der kleinen an dieser Bahn, fern von den volksreichen Städten des Ostens, etwa in der Mitte zwischen St. Paul und dem stillen Ozean liegenden Stadt Livington führt eine von der Hauptlinie nach Süden sich abzweigende Schienen-

strecke, der Thalfurche des Yellowstone-Flusses folgend, nach dem Fufs der Zinnoberberge, und hier bei dem Örtchen Cinnabar betreten wir die Schwelle des Parkes.

Aber wir sind vom Herzen des Märchenlandes noch eine gute Strecke entfernt. Die mächtigen Bergketten der Rocky-Mountains, welche vom Westen und Osten den Park umgürten, machen wegen der bedeutenden Höhenansteigung eine Weiterführung der Bahnstrecke in die Berge hinein unmöglich. Wir müssen die in Cinnabar bereitstehenden Jagdkutschen besteigen, und auf diesen geht es nun auf und nieder im Thale des Gardiner - Flusses nach dem ungefähr 8 Meilen südlicher liegenden National-Hotel. Mit Moränenschutt bedeckte Berghalden, Zeugen der Eiszeit, begleiten uns längs des ganzen Weges; dann windet sich der Pfad an einer imposanten Gebirgswand vorbei, die Felswände schieben sich kulissenartig aneinander, durch welche sich etwa 1000 Fufs tiefer der Gardiner-Flufs hindurchwindet.

Endlich nach einer etwas holprigen Fahrt gelangen wir nach dem Nationalhotel, das einsam in der durch den fein zerriebenen Kalkstaub schneeweifs glänzenden Thalsenkung nur wenige tausend Schritt von den heifsen Quellen entfernt liegt.

Das Gasthaus ist ein hübscher vierstöckiger Holzbau im schweizer Verandastil ohne Anspruch auf architektonischen Luxus; es besitzt 300 Zimmer und ist selbstverständlich mit Telegraph, elektrischem Licht und allem in den besseren amerikanischen Hotels üblichen Comfort ausgestattet. Gleich nach Vollendung der Northern-Pacific-Linie 1883 ist es von einer unternehmenden Gesellschaft hier aufgeführt worden. Seitdem so auf die Bequemlichkeit der Parkbesucher Bedacht genommen ist, hat sich denn auch die Zahl derselben bedeutend vermehrt. Die Amerikaner haben eben Geduld und Ausdauer auch im Vergnügen, und tausend Meilen Eisenbahnfahrt ist für sie kein unüberwindliches Hindernis.

Um vom Hotel aus die südlich gelegenen grofsen Geyserbassins zu besuchen, sind die Touristen noch gezwungen, sich mit Wagen und Pferden zu behelfen. Wir sehen auf unserem Bilde gerade eine Anzahl Fuhrwerke — sie sind nicht alle so elegant wie das vornstehende, sondern oft sehr primitiver Natur —, welche vollbeladen nach den Geysern abrücken. Aber diese zeitraubende und beschwerliche Wagenfahrt wird nicht lange mehr dauern. Die rührige Gesellschaft für „Improvements“ hat die Absicht, die einzelnen interessanten Punkte des Parkes durch Pferdebahnlinien mit einander zu verbinden,

ein Projekt, das nicht nur Verwirklichung finden, sondern sich auch gut bezahlt machen wird.

Wenige hundert Schritte vom Hotel beginnen die grofsartigen Naturphänomene. Da erhebt sich in der Niederung ein etwa 17 m hoher und 7 m breiter, stumpfkonischer Krater von der Form eines riesigen Zuckerhutes, der den poetischen Namen „Liberty Cap", d. h. die „Freiheitsmütze" erhalten hat. Es ist offenbar ein alter erloschener Geyserkessel, wie dies die überhängenden Schalen von festem Kalktuff zeigen, der sich sein Grab selbst gebaut hat. Sein Trichterrand ist durch die Kalkniederschläge, welche das siedende



Nationalhotel bei den Mammoth Hot-Springs.

Wasser beim Verdampfen zurückliefs, zu dieser mächtigen Kuppe angewachsen, deren Gipfelöffnung sich schliefslich völlig verschlofs.

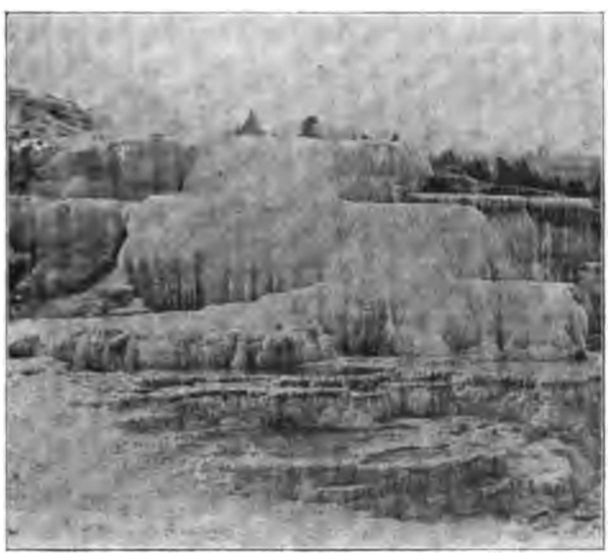
In der Nähe dieses ermatteten Riesen zieht sich ein Quellhügel etwa 70 m an der bewaldeten Berglehne empor. Von der Spitze desselben schaut man eines der grofsartigsten Naturphänomene, eines der schönsten und seltsamsten Gebilde natürlicher Architektur. Wir stehen hier vor den heifsen Mammuth-Quellen, vor den „Mammoth Hot-Springs", welche wie eine Sphinx am Eingange des geheimnisvollen Hochthales ruhen.

Weifs, wie aus Marmor gehauen, gewährt dieser phantastische Wunderbau einen Anblick, als ob ein über Stufen stürzender Wasserfall plötzlich in Stein verwandelt worden wäre. So schön, so massen-

haft tritt kaum anderswo im Parke die schöpferische Kraft der kalkhaltigen Gewässer auf. Zwar ist die Jugendkraft dieser Quellen dem Erlöschen nahe. Die durch die Feuergewalten der Tiefe erhitzten Ströme brausen nicht mehr mit zorniger Gewalt auf; es ist kaum mehr als ein mäfsiges Aufkochen, und aus der azurblauen Krystallflut der tieferen Becken steigen nur noch spärlich zitternde, silberweifse Dampfnebel in die Lüfte empor, doch oben auf dem Plateau dieser Bastionen geht die Arbeit noch immer ungestört fort; dort sprudeln vorzugsweise die heifsen Quellen hervor. Spalten verbinden sie mit jenen unterirdischen Regionen, wo die Quellwasser ihre hohe Temperatur erlangen und beim Aufsteigen durch kalkige Schichten sich mit aufgelöstem kohlensauren Kalk beladen. Durch die Absonderungen dieses Kalkes beim Verdunsten haben sich auf der Jupiter- und Minerva-Terrasse eine Anzahl schön geformter Becken gebildet, die bald halbkreisförmig vorspringen, bald zurückweichen, bald sich berühren oder durch Einschnitte von einander getrennt sind. Diese Pfühle oder Becken sind von der mannigfaltigsten Gröfse, ihre Durchmesser halten von einigen Centimetern bis zu 3 m Weite, und ihre Tiefe schwankt zwischen 2 und 3 m; sie gleichen eben so vielen Badebassins, die der raffinierteste Luxus nicht schöner und bequemer hätte herstellen können. Bisweilen wallt das Wasser in ihnen über, und die zahlreichen kleinen Abflufskanäle, welche es aufsucht, gleichen steinernen Kaskaden mit zierlichen korallenartigen Gebilden, mit Säulen und Stalaktiten geschmückt und so herrlich ausgezackt, dafs der Beschauer in stummem Entzücken vor diesem Naturwerke verweilen mufs. — Das Wasser in diesen Naturwannen erscheint bei klarem Himmel bisweilen im zartesten Ultramarinblau, bisweilen krystallklar, wenn nicht brodelnde Schlammströme es von unten aufwirbeln und trüben. Man kann — sagt Hayden — in die krystallhellen Tiefen hinabschauen und mit vollkommener Schärfe die kleinsten Einzelheiten am Grunde der Becken erkennen, man kann die Wölkchen des Himmels, die wirbelnden Dampfballen sich spiegeln sehen in den duftigen Tiefen, und die meerblaue Farbe der Fluten wird verstärkt durch die unausgesetzten sanften Wallungen der Oberfläche. Sobald ein leichter Wind dieselbe kräuselt, entfalten sich alle Farben des Prismas; Regenbogen von der feurigsten Farbenpracht treten in einer märchenhaften Schönheit zu Tage. Schneeweifser Kalktuff verziert die inneren Ränder, gleich der zierlichsten Stickerei oder den Eisblumen gleich, die der Frost hervorzaubert.

Und diese wundervolle Farbenpracht wird noch verstärkt durch

die kleine Pflanzen- und Lebewelt, welche am Rande der minder heifsen Quellen sich überall ansiedelt. Algen und Diatomeeen rufen im Verein mit den zugleich mit dem kohlensauren Kalk ausgeschiedenen geringen Mengen metallischer Substanzen, namentlich Verbindungen von Eisen, Magnesium, Alaun, Natrium und Kieselerde, die intensivsten schwefelgelben, scharlachroten und braunen Farbenerscheinungen hervor, die an Glanz unsere feurigsten Anilintinten übertreffen. Überall sieht man auf der klaren Flut eine grofse Menge von fasriger, seidenartiger Substanz, welche bei der leisesten Wallung des Wassers erzittert und das Aussehen der feinsten Kaschmirwolle hat. Ist dagegen



Mammoth Hot-Springs.

die Ruhe eine vollständige, so überzieht sich die Masse mit Kalk, die zarten vegetabilischen Fäden verschwinden, und es bleiben fasrige, schwammige Gebilde übrig, eine entzückende Decke von weifsen Schneekrystallen und Stalaktiten bildend.

Wir kennen auf dem weiten Erdrund nur eine einzige vulkanische Schöpfung, die sich den Mammoth Hot-Springs als ebenbürtig zur Seite stellen läfst. Es sind dies die beiden herrlichen Sprudelterrassen des Rotomahana-Sees auf Neuseeland, dessen Zauberbau uns Ferdinand von Hochstetter in so lebhaften Farben beschrieben hat. Allein diese Terrassensprudel gehören heute der Vergangenheit an. Eine furchtbare Katastrophe, welche den Boden Neuseelands im Mai des Jahres 1886 heimsuchte, hat ihrem Dasein ein jähes Ende bereitet.

Von den heifsen Mammuth-Quellen treten wir jetzt die Exkursion ins Geysergebiet an, zunächst nach dem weiter südlich gelegenen Norrisbecken, wo der vulkanische Einflufs sich direkter und bestimmter geltend macht als bei den versiegten Kalkthermen am Nordrande des Parkes.

Ein steiler Weg windet sich an den Berggehängen empor; man erreicht nun das 350 m höher gelegene Hochplateau des Yellowstone-Parkes, ein breites, flaches, mit Moränenschutt der Eiszeit bedecktes Gebiet, in welchem der Gardiner River in mäandrischen Windungen träge dahinschleicht. Nur ab und zu fesseln in der wenig bemerkenswerten Hügellandschaft vulkanische Tuffkegel oder vereinsamte Weiher, mit warmem Wasser gefüllt, das Auge, oder schwarze



Das goldene Thor im Yellowstone-Park.

Rauchwolken, aus einem brennenden Tannenwald emporsteigend, verkünden uns, dafs dort eine Reisegesellschaft unvorsichtig mit Feuer gespielt hat. Dann plötzlich verengen sich die Felsen, wir passieren das „Goldene Thor“, wo der Pfad im wahrsten Sinne des Wortes in den Felsen gehauen ist. Hier durch die Bergwand einen Fahrweg hindurchzubrechen von fast $1\,^1/_2$ Kilometer Länge hat den amerikanischen Ingenieuren viel Mühe gekostet. Am Ende der Waldschlucht in der Nähe eines kleinen Sees, worin Biber schnurgerade Dämme kunstgerecht angelegt haben, erhebt sich eine Felsenklippe aus Obsidian, deren regelmäfsig fünfseitige Krystallsäulen bei Sonnenschein ein prächtiges Funkeln und Glitzern verbreiten. Es ist dies ein geologisches Wunder des Parkes, denn dieses in vulkanischen

Gegenden vielfach verbreitete Gestein zeigt nur äufserst selten solch kunstgerecht prismatische Absonderung. Eigentümlich ist das Verfahren, welches die amerikanischen Ingenieure bei der Herstellung des Fahrdamms durch die glasige, schwarze Lavamasse in Anwendung brachten. Man zündete mächtige Feuer um die grofsen Obsidianblöcke an und übergofs dieselben, nachdem sie sich in der Hitze ausgedehnt hatten, mit kaltem Wasser, wodurch die Felsatome auseinanderreifsen mufsten. Auf dem so in Trümmer zersprengten Material baute man den Weg, wahrscheinlich der einzige Weg in der Welt, der über Glas führt.

Diese Felswand war in früherer Zeit eine berühmte Fundstelle für alle Indianerstämme; sie war ein neutraler Grund und Boden, der allen Rothäuten der Rocky-Mountains als eine geheiligte Stätte galt, weil man einzig hier im ganzen Felsengebirge das vulkanische Material fand, welches sich zur Herstellung von Pfeilspitzen besser eignete als Feuerstein. Bruchstücke von Obsidian und teilweise vollendete Steinwaffen finden sich denn auch überall im Parke zerstreut, uns an die vergangenen Zeiten erinnernd, in denen die Crows und die Shoshones im Kampfe gegen den weifsen Eindringling, gegen den unerbittlich vordringenden Pionier des Westens ihr Teuerstes und Heiligstes, den angestammten Grund und Boden mit ihrem Blute verteidigten.

Nach einer vierstündigen Fahrt über Berg und Thal durch alle die Pafsengen des Felsengebirges hindurch ist nun endlich das erste Geysergebiet erreicht, eine rings vom Wald umgebene, unregelmäfsig geformte Einsenkung, die ihrem Entdecker und früheren Inspektor des Parkes zu Ehren seit 1881 „Norris Geyser-Bassin“ getauft worden ist.

Es ist ein grofsartiger, ein seltsam beängstigender Anblick, der sich dem in diese Schmiedewerkstätte Vulkans Eintretenden darbietet. Eine blendend weifse, wie mit Gips überstreute Fläche, rings von Wald umgeben, liegt vor uns, und auf dieser Fläche da zischt, da siedet und brodelt es, da dampft und qualmt es überall. Dort hört man das ärgerliche Gurgeln eines unterirdischen Quells, der sich keinen Ausweg zu bahnen weifs, dort wiederum bricht sich ein munterer kleiner Geselle aus der Unterwelt Bahn und sendet seinen kleinen Strahl oder seine lichtweifsen Wölkchen flatternd gen Himmel. Früh, beim Sonnenglanz, wenn der Dampf aus Hunderten von Schloten und Essen emporwirbelt, glaubt man, einen Fabrikort vor sich zu sehen, so zahlreich steigen die Dampfwolken hoch in die Lüfte, so

wütendes Brausen, Stampfen und Brüllen vernimmt das Ohr, als ob eine Dampfmaschine oder ein Pochwerk in der Tiefe versteckt seien.

Man zögert vorwärts zu gehen, denn der Boden unter den Füfsen giebt nach, und aus den Fufstapfen treten gelbe, dicke, übelriechende Massen, mit Schwefelwasserstoff gesättigte Dämpfe hervor; sie verraten hier die letzten Anstrengungen der Feuergewalten, gerade so wie aus den Trümmern einer Brandstätte, wenn längst die Flammen erloschen, noch schwelender Dampf emporsteigt.

Wohin man sich wendet, überall quillt das heifse Wasser aus der Erde, in Blasen, Sprudeln, kleinen Springbrunnen; aus Spalten



Norris Geyser-Bassin.

dringt der Qualm; die Atmosphäre ist stets mit heifsen Dämpfen und schwefligen Gasen geschwängert, welche den Klüften im Erdboden entströmen. Unter der chemischen Einwirkung dieser Gase und der schwefligen Säure wird das leicht zerstörbare Gestein zersetzt, zu einer breiigen Masse aufgeschlemmt, die kraterähnliche Becken ausfüllt oder in platzenden Blasen in die Luft gespritzt wird. Obwohl mit herrlichen Fichtenwaldungen umgeben, ist das Becken selbst vegetationslos, denn Sträucher und Baumäste werden in kürzester Frist mit einer dicken Kruste eines bleiartigen Schleimes überzogen, die jegliches Pflanzenleben erstickt.

Bevor wir uns nun zu den Riesengeysern am Feuerlochflufs begeben, wollen wir noch einen Blick auf die auf der folgenden Seite

dargestellte Landschaft werfen. Sie zeigt uns das Norrisbecken mitten im Winter, eigentlich so wie der Yellowstone-Park sich das ganze Jahr hindurch mit Ausnahme der beiden Sommermonate Juli und August darstellt, die einzige Zeit, wo er von Touristen besucht wird. Denn in der Regel beginnt daselbst der Winter schon Mitte September und endet erst im Juni. Es ist ein Hochgebirgsklima, verschärft durch die kontinentale Lage.

Das im Juli und August so freundliche Hochthal gleicht einer eisigen Schneewüste. Aber diese Öde, diese Todesstille enthüllen Lichtzauber, wie sie nur die Polarwelt mit ihren Wundern und Schön-



Norris Geyser-Bassin im Winter.

heiten entfalten kann, während die unter Schneemassen erdrückten Tannen und Fichten der Phantasie Tausende von abenteuerlichen Gruppierungen und Gestaltungen vorzaubern. Ab und zu regt sich auch das Leben, wenn die Furien der Höllenwelt den Eispanzer durchbrechen, und nun der Krieg der Elemente, der des Wassers und des Feuers beginnt. — Das ist dann ein wunderschönes Schauspiel, ein Schauspiel, das trotz der schneidenden Kälte und der Mühseligkeiten eine Winterexpedition in das Hochthal des Yellowstone zu einer der dankbarsten Unternehmungen macht.

Der Pfad, welcher uns jetzt vom Norrisbecken einige Meilen südlich nach dem „unteren Geyserbecken“ am Feuerlochflusse führt, zeichnet sich durch eine seltene landschaftliche Schönheit aus.

Zahlreiche kleine Seen schimmern zwischen grünen Hügeln und Bergen hervor, wilde Gebirgsbäche bilden reifsende Kaskaden, während ringsum den Blick plateauartige Rücken von 300 bis 400 m Höhe mit dichtem Fichtenbestand begrenzen.

Wir haben soeben die schroffen Felsmauern einer düsteren Schlucht passiert, durch welche der Gibbon River, einer der Quellströme des Madison hinrauscht. In ungeduldigem Kampfe um Erlösung aus den steinernen Fesseln bricht sich der Strom hier Bahn; tief unten in der romantischen Felsschlucht bildet er einen prächtigen Wasserfall, der seine Fluten wie Silberfäden 25 m in die Tiefe führt, um sie mit



Farbentöpfe im Yellowstone-Park.

dem Madison, einem der Väter des Missouri, zu vereinigen. Es sind dies die Gibbon-Fälle, eine von den vielen schönen Kaskaden, an denen der Park, entsprechend seinem plateauartigen Charakter, so reich ist.

Von hier aus geht es wieder bergauf, bergab zwei Stunden lang durch duftigen Tannenwald, bis an der Vereinigung der beiden Arme des Firehole-Flusses das untere Geyserbecken erreicht ist.

Es ist ein ziemlich weites Thal, 100 qkm grofs; nur der zentrale Teil bildet eine baumlose, mit weifsem Kieselsinter und Dämpfen bedeckte Fläche. 693 heifse Quellen und 17 Geyser treiben darin ihr Spiel; mindestens eben so viele sind erloschen oder hauchen nur noch heifse Dünste aus, welche die kraterförmigen Spalten mit glitzernden Schwefelkrystallen schmücken.

Es ist besonders der „Fountain-“ oder „Brunnengeyser“, der durch seine weithin sichtbaren Eruptionen, durch die malerische Form seines Sinterbeckens und die tiefblaue Färbung seines Wassers die allgemeine Aufmerksamkeit erregt. Etwa alle zwei bis fünf Stunden gerät die blaue Flut in heftige Wallung; dann plötzlich steigt eine haushohe Wassersäule aus dem Krater empor, löfst sich in Millionen Tropfen auf, die sich, einem Regen silberner Kügelchen gleich, beim Niederfallen zerstreuen.

Einige hundert Schritt davon liegt einer der merkwürdigsten Schlammgeyser des Yellowstone-Parkes, der sogenannte „grofse Farbentopf“. Der Inhalt dieser Farbentöpfe besteht aus einem dünnen Schlamm, in fortwährend heftiger Wallung begriffen, sodafs der Krater einem Kochkessel gleicht, dessen breiige Masse dem stärksten Feuer ausgesetzt ist. Die Oberfläche ist mit aufsteigenden Dampfblasen überdeckt, die mit eigentümlichem Geräusche platzen und regelmäfsige, sich vom Zentrum nach den Seiten hin bewegende, konzentrische Ringe hervorbringen. Ein bis zwei Meter hoch steigen diese Ringwälle auf und tragen nicht selten im Innern einen kleinen verhärteten Schlammkegel. — Es sind Miniatur-Modelle von Vulkanen, wie man sie sich nicht schöner denken kann. Ja, wenn die Phantasie uns solche Gebilde in vieltausendfach gröfserem Mafsstabe vormalt, dann scheint vor unseren Augen ein Rätsel erledigt, dessen Lösung die Kosmologen bislang vergeblich gesucht haben. Wir meinen die Bildung der Mondkrater mit ihren Kegelbergen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung.

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

(Fortsetzung.)

Die Basis-Messungen.

Die Genauigkeitsangaben der Tabelle auf Seite 25 setzen stillschweigend voraus, dafs die Seiten der Dreiecksnetze zugleich mit den Winkeln bestimmt worden seien. Um aber ein Netz zusammenhängender Dreiecke, von welchen jedes einzelne mit seinen Nachbar-Dreiecken eine Seite gemeinsam hat, nach Messung der sämtlichen Dreieckswinkel der Gröfse nach bestimmen zu können, genügt es offenbar, die genaue Länge einer Dreiecksseite in ihrer Projektion auf den Horizont des Vermessungsgebiets durch direkte Längen-Messung zu ermitteln. Aus ihr kann man dann die Längen aller anderen Dreiecksseiten berechnen. Da aber die Seiten des Netzes I. Ordnung gegen 40 km lang sind, so mifst man nicht unmittelbar eine solche Hauptdreiecksseite, sondern bestimmt durch Längenmessung eine möglichst bequem und günstig gelegene, thunlichst ebene Strecke von nur einigen Kilometern, eine sogenannte „Grundlinie" oder „Basis", schliefst dann diese durch ein besonderes Dreiecksnetz an eine der Seiten des Hauptnetzes an und leitet letztere endlich aus ihr durch Rechnung ab. Jedes Dreieck hat mit seinem Nachbardreiecke eine Seite gemeinsam; daher kann man weiter aus der ersten, ihrer Länge nach ermittelten Hauptdreiecksseite alle folgenden berechnen und schliefslich die Lage sämtlicher Dreieckspunkte gegen einander durch Rechnung festlegen.

Eine genaue Längenmessung galt in früheren Zeiten als eine der mühsamsten und schwierigsten Operationen der höheren Geodäsie. Durch die Vervollkommnung der Mefsapparate, vornehmlich aber durch die einheitliche militärische Organisation der Messungsarbeit selbst, geschehen heute die Basismessungen in ebensoviel Tagen, wie man vormals Wochen und Monate zu ihrer Erledigung gebrauchte.

Eine Längenmessung ist im Prinzip sehr einfach. Nachdem die

zu messende Strecke ausgerichtet und durch vertikale Signalstangen bezeichnet ist, mifst man ihre horizontale Länge durch Aneinanderlegen von Mefsstangen, welche meist 4 Meter lang sind und beim Messen genau in der Linienrichtung zur Berührung gebracht werden. In analoger Weise verfährt man bei jeder gröfseren Längenmessung für wirtschaftliche und technische Zwecke; der Unterschied gegenüber einer Basismessung für die grundlegenden Dreiecke der Landesaufnahme oder der Erdmessung ist nur der, dafs bei diesen die gröfstmögliche Genauigkeit erreicht werden soll, und daher die Apparate und die Ausführung der Messung selbst diesem Zwecke entsprechend eingerichtet sein müssen. Die Mefsstangen werden nicht von Holz, welches sich bei Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel unregelmäfsig verändert, sondern von Metall angefertigt, dessen Ausdehnung beim Erwärmen bezw. Abkühlen vorher genau bestimmt ist und nach der bei der Messung selbst beobachteten jeweiligen Temperatur hernach in Rechnung gebracht werden kann. Um die mittlere Temperatur der Mefsstangen, von welcher ihre jeweilige Länge abhängig ist, thunlichst sicher bestimmen zu können, verfertigt man die Stangen nicht aus ein und demselben Metalle, sondern setzt sie zusammen aus zwei über einander gelegten, an dem einen Ende fest verbundenen Streifen verschiedener Metalle, welche ungleiche Ausdehnungs-Coeffizienten haben. Die Länge dieser beiden Metallstreifen wird sich beim Erwärmen oder Abkühlen entsprechend ihren verschiedenen Ausdehnungs-Coeffizienten in ungleichem Mafse verändern und der Abstand ihrer freien Enden daher von der jeweiligen Temperatur der Stangen abhängen. Mifst man diesen Abstand vorher bei bekannten Temperaturen in einem geeigneten Lokale, wo sich die Temperatur in hinreichend weiten Grenzen verändern und durch Thermometer jedesmal sehr genau bestimmen läfst, so kann man später bei der Basis-Messung selbst umgekehrt aus dem gemessenen Abstande der Streifenenden einen Rückschlufs auf die mittlere Temperatur während der Messung selbst machen. Die Stangen aus zwei verschiedenen Metallen bilden gleichsam ein Metall-Thermometer, welches ihre mittlere Temperatur genauer zu bestimmen gestattet als Quecksilberthermometer, insofern diese letzteren während der Basismessung nur sehr schwer von einseitig wirkenden Strahlungseinflüssen so weit frei zu halten sind, dafs sie die mittlere Temperatur der Mefsstangen richtig angeben. Bei der Messung selbst werden entweder mehrere gleichartige Mefsstangen aneinandergereiht — Apparate mit mechanischem Kontakt —, oder es wird ein und dieselbe Mefsstange jeweils um ihre eigene

Länge vorgeschoben — Apparate mit optischem Kontakte — von einem Ende der zu messenden Grundlinie bis zu ihrem anderen, wobei im zweiten Falle das Vorschieben um genau eine Stangenlänge vermittelst Einstellen von Mikroskopen auf ihre Endstriche — also durch optischen Kontakt — erzielt wird. Bei Benutzung des mechanischen Kontaktes werden die Mefsstangen beim Aneinanderreihen nicht unmittelbar zur Berührung gebracht, da hierbei trotz aller Vorsicht durch Stofs oder Druck Fehler der Messung verursacht werden könnten, sondern um diese thunlichst zu vermeiden, läfst man zwischen den einzelnen Mefsstangen — man benutzt deren in der Regel 4 — je einen kleinen Zwischenraum und bestimmt die Gröfse derselben durch vorsichtiges Zwischenschieben eines kleinen Mefskeiles von bekannter Dicke. Beim optischen Kontakte hingegen stellt man zwei Mikroskope mit ihren im Okulare ausgespannten Fäden auf die Endstriche der einen Mefsstange genau ein und rückt diese Stange dann in der zu messenden Linie um ihre eigene Länge vor, indem man sie soweit in dieser vorschiebt, bis der Anfangsstrich unter das unverändert stehen gebliebene zweite Mikroskop fällt. Ein weiteres Mikroskop wird dann wieder auf den Endstrich eingestellt, die Stange von neuem um ihre Länge vorgeschoben, ein Mikroskop auf den Endstrich eingestellt und so fort der ganzen Basislinie entlang, bis ihr Ende erreicht ist. Ein dem ersten Prinzip entsprechender Mefsapparat, mit welchem der grofse Königsberger Astronom Bessel in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die Basismessung für seine berühmte Gradmessung in Ostpreufsen ausführte, hat zur Messung aller seither vom preufsischen Generalstabe vorgenommenen Längenbestimmungen von Grundlinien in seinem Haupt-Dreiecksnetze gedient. Der Basismefsapparat mit Mikroskopeinstellung etc. wird in neuerer Zeit immer mehr benutzt. Das Prinzip ist nicht neu. Der Mefsapparat wurde aber in genauer Ausführung zuerst angefertigt um die Mitte des Jahrhunderts von dem Pariser Mechaniker Brunner im Auftrage der spanischen Regierung nach den Angaben des General Ibañez, des langjährigen Leiters der spanischen Landesvermessung. Mit ihm wurde unter anderen auch eine der interessantesten neueren Basismessungen ausgeführt, an welcher Verfasser teilzunehmen Gelegenheit hatte, und die zur Veranschaulichung des ganzen Vorganges bei Basismessungen überhaupt dienen kann, nämlich die von Spaniern und Schweizern nach einander ausgeführte Messung einer Grundlinie bei Aarberg im Kanton Bern.

Das schweizerische Gradmessungsnetz bildet infolge der zentralen

Lage der Schweiz die Vereinigung der analogen Messungen in den umliegenden Staaten: Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich. Jedes der Netze dieser 4 Länder enthält seine eigene Längenbestimmung. Beim Zusammenstofsen der Dreiecke mit der Schweiz ergeben sich naturgemäfs Abweichungen für die Längen der Anschlufsseiten. Welcher Wert ist dann der richtige? Welchen soll die Schweiz für ihr Netz benutzen? Die Schweiz würde ohne eigene Basismessung eine vollständig passive Rolle spielen, hingegen fällt ihr gleichsam das Schiedsrichteramt zu, sobald auch sie mit entsprechenden Hülfsmitteln die Längen ihres Netzes bestimmt. Aus diesem Grunde wurde von der geodätischen Kommission der Schweiz, um ein völlig unzweideutiges Resultat zu erzielen, beschlossen, nicht nur eine Grundlinie, sondern deren drei an den Ecken ihres Netzes zu messen. Wesentlich erleichtert wurde



Basismessung bei Aarberg im Kanton Bern.

dieses Vorhaben durch die Bereitwilligkeit der spanischen Regierung, der Eidgenossenschaft den eigenen vom General Ibañez vervollkommneten und vereinfachten Basismefs-Apparat leihweise zu überlassen. Ja, General Ibañez erbot sich sogar, den schweizerischen Geodäten selbst Anleitung zum Gebrauche und zur Handhabung seines Apparates zu geben, zu diesem Zwecke mit seinem eigenen Personal nach der Schweiz zu kommen und eine der drei ausgewählten Grundlinien vor den Augen der schweizerischen Ingenieure zu messen. Als solche wurde die Basis bei Aarberg gewählt, und so hatten wir denn das interessante Schauspiel, die Längenmessung dieser Basis zunächst von den Spaniern und unmittelbar darauf von den Schweizern ausgeführt zu sehen.

Am 17. August 1880 traf Kommandant Casada mit 12 Offizieren und 10 Gehülfen vom geographischen und statistischen Institute Spaniens in Aarberg ein. Die Instrumente, welche in einem eigenen Waggon von Madrid nach Aarberg hatten transportiert werden sollen, mufsten an der französischen Grenze umgeladen werden, weil die

spanischen Eisenbahnen, wie die russischen, eine von den übrigen abweichende Spurweite besitzen; doch trafen sie nach kurzer, hierdurch verursachter Verzögerung wohlbehalten in Aarberg ein. In den folgenden Tagen wurden sie ausgepackt und gereinigt, die Zelte zusammengesetzt und an Ort und Stelle aufgeschlagen, die Beobachtungspfeiler centrisch über den Endpunkten der Basis errichtet, die Basislinie abgesteckt und durch metallne Signalstangen ihre Richtung genau bezeichnet. Am 20. August traf General Jbañez ein. Auf seinen Wunsch war der Basis eine Länge von annähernd 2400 m gegeben worden, welche in Abschnitte von 400 m mit fest bezeichneten Endpunkten eingeteilt wurde. Am 22. August, morgens 4 Uhr, wurde zur ersten Basismessung ausgerückt. Das Wetter war trübe und nebelig und den Beobachtungen wenig günstig. Erst um 5 Uhr war es hinreichend Tag geworden, um die Mikroskope des Apparates einstellen zu können. Trotz des feinen, niederrieselnden Regens, der sich nach und nach zu einem tüchtigen Landregen entwickelte, begann die Messung kurz vor 6 Uhr und wurde in 5—6 Stunden bis 800 m vom Anfangspunkte programmmäfsig durchgeführt. Hier wurde aufgehört, um die Beobachter nicht zu ermüden. Ebenso die folgenden Tage, sodafs nach 3 Tagen die erste Messung der Aarberger Basis beendigt war. Noch am Nachmittage des 24. wurden die Instrumente, die Zelte und sämtliche Gerätschaften zum Basisanfange zurücktransportiert, alle Apparate einer sorgfältigen Prüfung unterworfen und am gleichen Abende die nötigen Vorbereitungen getroffen, um am folgenden Morgen die Kontrollmessung sofort beginnen zu können. Am 25., 26. und 27. August wurde, wie an den 3 vorhergehenden Tagen, wieder um je 800 Meter vorgerückt und so trotz der Ungunst der Witterung, die namentlich durch Nebelbildung störend wirkte, auch die Kontrollmessung programmmäfsig beendigt. Die Endresultate stimmten bis au wenige Millimeter unter sich überein.

Sodann kamen die schweizer Beobachter an die Reihe. Am Nachmittage des 27., einige Stunden nachdem die Spanier ihre zweite Messung beendigt hatten, wurden schweizerischerseits die ersten Probemessungen gemacht. Am folgenden Morgen stellte General Ibañez zu jedem schweizer Beobachter einen seiner Offiziere, und zwar denselben, welcher bei den vorhergehenden Messungen die betreffende Operation ausgeführt hatte, die der schweizerische Beobachter nun seinerseits ausführen sollte. Nach etwa 30 Stangenlagen rief er seine Leute zurück. Das schweizerische Personal funktionierte unter Leitung des Oberst Dumur selbstständig und regelmäfsig weiter, und

grofs war die Freude, als der erste Zwischenpunkt mit nur einem halben Millimeter Differenz gegenüber der spanischen Messung erreicht wurde. So ging es regelmäfsig weiter, und wenn anfangs auch etwas mehr Zeit gebraucht wurde gegenüber den Spaniern, was ja in der Natur der Sache lag, so wurde doch auch schweizerischerseits die Basismessung programmmäfsig in 3 Tagen vollendet. Das Endresultat stimmte bis auf wenige Millimeter mit dem vorher erhaltenen überein.

Zur Vergleichung der Genauigkeit der neueren Basismessungen gegenüber älteren Bestimmungen analoger Art mag angeführt werden, dafs der mittlere zufällige Fehler der ersteren rund 1 mm pro Kilometer, also nur ein Milliontel dieser Länge beträgt, während derselbe z. B. bei der berühmten Grad- und Basismessung in Lappland, welche dort in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zur Bestimmung der Erdgestalt von den Franzosen vorgenommen wurde, noch den zwanzigfachen Betrag erreichte. Am schwierigsten ist es, die Temperatur der Mefsstange mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln, denn da sich das Eisen für 1° C. um rund ein Hunderttausendstel seiner Länge ausdehnt, so mufs seine Temperatur bis auf ein Zehntel Grad genau ermittelt sein, wenn man die Länge auf ein Milliontel des Betrages genau haben will. Bei Zink, Messing etc. ist der Ausdehnungs-Coeffizient aber noch erheblich gröfser. Beim Besselschen Mefsapparate sind die Mefsstangen in hölzerne Kästen eingeschlossen, aus welchen nur ihre Enden hervorragen; sie werden in diesen Kästen bei der Messung belassen. Ibañez gebrauchte seine Mefsstange ohne Umhüllung, führte aber die ganze Messung unter transportabeln Zelten aus zum Schutz gegen Sonnenstrahlen, Regen etc., während der preufsische Generalstab ganz im Freien mifst.

Um den Einflufs der Temperaturschwankungen auf die Resultate der Basismessungen möglichst gering zu machen, hat der Vorstand der geodätischen Küstenaufnahme in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, M. Mendenhall, bei den neuesten dort ausgeführten Messungen dieser Art seine 5 m lange metallne Mefsstange in einen mit Eis gefüllten Kasten gelegt und in diesem während der ganzen Messung belassen. Vor Ausführung der letzteren wurde auf die ganze Basislänge ein Schienengeleis gelegt zum leichten Vorschieben des Kastens mit der Messingstange, vorbei an den in Entfernungen von je 5 Metern auf fester Unterlage aufgestellten Mikroskopen. So wurde es möglich, mit 8 Personen jeden Tag 500 Meter Länge zu messen, und zwar mit der geradezu fabelhaften Genauigkeit von nur ein

Zehntel-Millimeter Abweichung auf das Kilometer, d. h. mit einer Genauigkeit von 1 zu zehn Millionen. Diese sehr grofse Messungs-Schärfe erscheint in Anbetracht des Umstandes, dafs die Winkelmessung, welche zur Übertragung der gemessenen Basislänge auf die Seiten des Hauptdreiecksnetzes nötig ist, nicht mit gleicher Genauigkeit ausgeführt werden kann, etwas zu weit gegangen. Derart genaue Basismessungen verursachen naturgemäfs viel Arbeit und Kosten und können daher nur in beschränkter Zahl ausgeführt werden, während es rationeller ist, im Hauptdreiecksnetze eine gröfsere Anzahl von Grundlinien in geringen Abständen mit einer der Winkelübertragung mehr gleichwertigen Genauigkeit zu bestimmen. Als passende Entfernung der Grundlinien hat man seither 200—300 km genommen. Der Abweichung von 1 Bogensekunde in der Richtung entspricht auf die Entfernung von 200 000 Meter eine Längen-Verschiebung von einem Meter, d. h. von $^1/_{200\,000}$ der Länge. Die Winkelmessung müfste somit auf wenige Hundertel der Bogensekunde genau ausgeführt werden, um eine Genauigkeit von ein Zehnmilliontel zu erreichen, während in Wirklichkeit der mittlere Fehler der genauesten Winkelbestimmung in den Dreiecken I. Ordnung mehrere Zehntel-Sekunden beträgt.

Aus den mit Hülfe der Basismessung und eines Anschlufsnetzes abgeleiteten Längen der Dreiecksseiten des Hauptnetzes werden dann weiter die Dreiecke zweiter Ordnung, aus diesen diejenigen dritter Ordnung und so fort berechnet bis zu den Dreiecken der niedrigsten Ordnung mit den kürzesten Dreiecksseiten, an welche die Detailaufnahme, die für ihre Zwecke auch eine direkte Längenbestimmung durch hölzerne Mefslatten, Stahlband, optische Distanzmessung etc. benutzt, dann angeschlossen werden kann.

(Fortsetzung folgt.)

Die Spektralanalyse.

Von **Dr. F. Koerber** in Steglitz.

(Fortsetzung.)

Im bisherigen haben wir nun zwar die wesentlichsten vorkommenden Lichtarten spektralanalytisch zerlegt, aber dabei noch nicht darauf Rücksicht genommen, dafs das von einer Lichtquelle ausgesendete Licht auf seinem Wege bis zu unserem Auge noch wieder gewisse Veränderungen erleiden kann, indem es nicht durch den leeren Raum, sondern durch allerhand mehr oder weniger durchsichtige, körperliche Medien hindurchstrahlt. Es ist von vornherein zu erwarten, dafs dem Lichte bei diesem Hindurchgang durch nichtleuchtende Materie nur Verluste irgend welcher Art bevorstehen, die man in der Wissenschaft als Absorptionswirkungen bezeichnet. Wie nun die bisher betrachteten „Emissions-Spektra" Aufschlüsse über die Natur der strahlenden Lichtquelle liefern konnten, so werden uns vielleicht auch die durch Absorption in einem ursprünglich kontinuierlichen Spektrum erzeugten Veränderungen, die kurzweg als Absorptionsspektra bezeichnet werden, die Natur der durchstrahlten, absorbierenden Materie verraten.

In der That ist dies in vielen Fällen zutreffend. Lassen wir freilich weifses Licht durch ein geschwärztes Glas oder durch Kohlenrauch hindurchgehen, so wird nur eine ziemlich gleichmäfsige Schwächung aller Farben des kontinuierlichen Spektrums erfolgen, eine deutliche, qualitative Veränderung also nicht bemerkbar sein. Die meisten durchsichtigen Körper zeigen aber neben dieser allgemeinen Absorption oder auch anstatt einer solchen eine selektive Absorption, indem sie gewisse Farbengattungen in weit stärkerem Grade verschlucken als andere, sodafs das geschwächte Licht zugleich irgend eine schon dem blofsen Auge erkennbare, charakteristische Färbung besitzt. In diesen Fällen wird nun aber wieder das Spektroskop wesentlich genauer die Absorptionswirkung bestimmen lassen als das blofse Auge, denn das letztere kann nur

feststellen, welche Mischfarbe aus den nicht absorbierten Strahlensorten resultiert, während spektralanalytisch die absorbierten Farben selbst mit voller Sicherheit erkannt werden. Dieselbe Mischfarbe kann aber auf unzählig verschiedene Arten aus Spektralfarben zusammengesetzt werden, wie ja z. B. das weifse Licht durchaus nicht aus allen Spektralfarben zu bestehen braucht, sondern aus beliebig vielen Paaren von „Komplementärfarben“ zusammengesetzt sein kann. Ein aus Grün und Rot gemischtes Licht würde z. B. dem Auge ebenso weifs erscheinen wie ein aus Blau und Gelb oder wie ein aus allen möglichen Spektralfarben zusammengesetztes. Der unschätzbare Gewinn, den uns die Anwendung des Spektroskops gewährt, besteht also gerade in der sicheren Analyse einer Mischfarbe in die dieselbe kon-

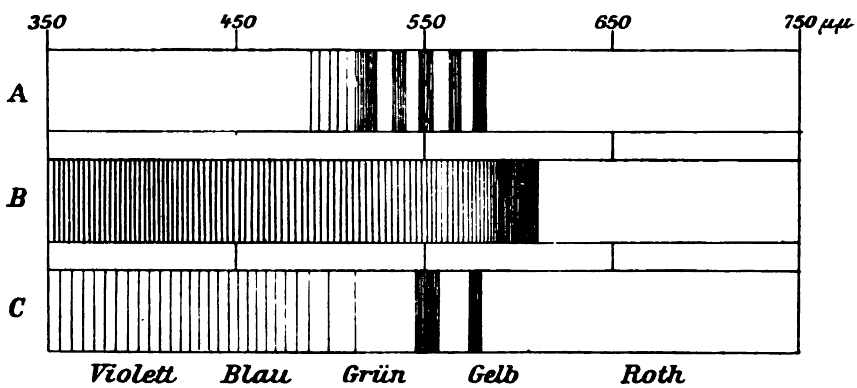


Fig. 5. **Absorptionsspektra des übermangansauren Kali (A), des Rubinglases (B), und des Blutes (C).**
Die blaue Seite des Spektrums erfährt bei B und C eine allgemeine Absorption, was in der Figur durch Schraffur angedeutet ist.

stituierenden Elementarfarben. Lassen wir z. B. das Licht einer Lampe erst durch ein rotes Glas, dann durch eine Auflösung von übermangansaurem Kali und ein drittes Mal durch Blut hindurchgehen, so wird in allen drei Fällen das hindurchgelassene Licht dem Auge ziemlich gleich rot erscheinen. Mit Hilfe des Spektroskops würden wir aber sofort erkennen können, durch welches von den drei genannten Medien das Licht hindurchgegangen ist. Während nämlich das Rubinglas nur die roten Strahlen hindurchläfst und das Spektrum nach dem Durchgang durch dasselbe an der Grenze von Rot und Orange wie abgeschnitten erscheint (vgl. Figur 5), läfst das übermangansaure Kali ebenso wie das Blut bei nicht zu starker Konzentration auch die brechbareren Strahlen passieren, während sich die Absorption hauptsächlich auf das Grün erstreckt, sodafs das durchgegangene

Licht weifs minus grün, d. h. gleichfalls rot erscheinen mufs, da ja grün und rot komplementär sind, sich also zu weifs ergänzen. Während wir nun aber im Spektrum des übermangansauren Kali deutlich fünf Absorptionsbänder im Grün unterscheiden können, zeigt das Blutspektrum deren nur eins oder zwei, je nachdem die Blutkörperchen mit Gasen gesättigt sind oder nicht.[4])

Ganz besonders interessant und wichtig sind nun aber die Absorptionsspektra der Gase, insofern dieselben nämlich aus feinen, dunklen Linien bestehen, die genau denselben Ort im Spektrum einnehmen wie die hellen Linien, welche bei höherer Temperatur das Emissionsspektrum des betreffenden Gases ausmachen. Diese Thatsache ist die unmittelbare Folge des berühmten Kirchhoffschen Satzes, dafs für alle Körper das Verhältnis von Absorptionsvermögen und Emissionsvermögen einen ganz bestimmten, nur von der Temperatur und der Wellenlänge abhängigen Wert besitzt.

Dieser von Kirchhoff theoretisch begründete Satz ist darum von der allerhöchsten Bedeutung, weil er sofort eine Erklärung der Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum lieferte und damit die bedeutsamste Anwendung der Spektralanalyse auf astronomische Probleme begründete. Da nämlich jenes Verhältnis von Absorption und Emission für alle Körper dasselbe ist, so folgt, dafs an solchen Stellen des Spektrums, wo die Emission eines glühenden Gases besonders grofs ist, wo wir also im Emissionsspektrum eine helle Linie sehen, auch die Absorption entsprechend grofs sein mufs[5]), sodafs also an derselben Stelle eine Verdunkelung in dem kontinuierlichen Spektrum von weifsem Lichte entstehen mufs, welches durch das betreffende Gas hindurchgeht. Da nun z. B. die von Fraunhofer mit D bezeichnete Linie des Sonnenspektrums genau dieselbe Brechbarkeit besitzt wie die gelbe Linie, welche das Emissionsspektrum von Natriumdämpfen ausmacht, so mufs diese D-Linie des Sonnenspektrums dadurch zu stande gekommen sein, dafs das weifse, von der etwa glühendflüssig zu denkenden Sonnenoberfläche stammende Licht eine von Natriumdämpfen (und wegen der vielen anderen Linien auch von den Dämpfen zahlreicher anderer Elemente) erfüllte, atmosphärische Umhüllung des Sonnenballes passieren mufste, ehe es zur Erde gelangen konnte.

Experimentell läfst sich die Richtigkeit dieser Schlufsfolgerungen

[4]) Auf diesen letzteren Unterschied gründet sich sogar eine Methode der Untersuchung des Blutes in Bezug auf Vergiftung durch Kohlenoxydgas.

[5]) Ein Verhältnis (oder ein Bruch, was dasselbe ist) ändert nämlich seinen Wert nicht, wenn beide Glieder sich gleichzeitig in entsprechendem Mafse vergröfsern oder verkleinern.

aus Kirchhoffs Gesetz, also die Thatsächlichkeit der Umkehrung heller Linien der Emissionsspektra in dunkle Absorptionslinien leicht demonstrieren. Bringen wir auf die Kohlen eines elektrischen Bogenlichtes eine gröfsere Quantität Kochsalz und schliefsen den Strom, so wird zuerst die Natriumlinie sich hell von dem kontinuierlichen Spektrum der glühenden Kohlen abheben; wir sehen das Emissionsspektrum der zwischen den Kohlen im Lichtbogen glühenden Natriumdämpfe. Warten wir jedoch, ohne sonst etwas zu verändern, einige Zeit hindurch, so wird alsbald die Entwicklung von Natriumdämpfen eine sehr reichliche werden, dieselben werden aus dem Lichtbogen herausgedrängt werden, und nun mufs die kühlere Natriumdampfhülle, welche die Lichtquelle umgiebt, auch absorbierend auf das gelbe Licht der D-Linie wirken. Sobald nun diese Absorptionswirkung gegen die Emission des heifsen, im Lichtbogen glühenden Dampfes überwiegt, wird an Stelle der bis zum Verschwinden abgeblafsten hellen Natriumlinie im Spektrum die dunkle D-Linie, bei hinreichender Vergröfserung als Doppellinie deutlich erkennbar, hervortreten.

Ehe wir nach dieser Auseinandersetzung der physikalischen Grundlagen der spektralanalytischen Forschungsmethode zu den Anwendungen derselben auf astronomischem Gebiete übergehen, geziemen sich noch einige Andeutungen darüber, wie denn die eindeutige, genaue Bezeichnung der Lage von Spektrallinien ermöglicht wird. Für eine genäherte Angabe reicht es ja im allgemeinen aus, wenn gesagt wird, in der Nähe welcher von den bekannteren Fraunhoferschen die zu bezeichnende Linie liegt. Wenn es sich aber um genaue Identifizierungen handelt, so reicht diese rohe Vergleichung mit dem Sonnenspektrum oder vielleicht mit irgend einem anderen, mit Hilfe geeigneter Hilfsvorrichtungen neben dem zu untersuchenden Spektrum künstlich hervorgerufenen, bekannteren Spektrum nicht aus, und man ist genötigt, die Stellungen der Linien unabhängig von dem individuellen Zerstreuungsvermögen des gerade benutzten Prismas in einem allgemeingültigen Mafse anzugeben. Als solches Mafs für die Ausmessung der Spektra wird seit Angström die Wellenlänge der betreffenden Lichtart benutzt.

Wir haben bereits weiter oben*) angegeben, dafs die Wellenlängen des sichtbaren Spektrums von etwa 330 $\mu\mu$ bis 810 $\mu\mu$ variieren. Wie ist man aber im stande, Gröfsen von so fabelhafter Kleinheit zu bestimmen, zumal doch noch keines Menschen Auge die Schwingungen der Ätherteilchen, die nach der Undulationstheorie das Licht hervor-

*) Vgl. die Anmerkung auf Seite 29, sowie Figur 3.

rufen, gesehen hat? Wie ist es andererseits möglich, die Hunderte von Billionen Schwingungen zu zählen, die nach derselben Theorie sich in einer einzigen Sekunde vollziehen sollen?

Die Antwort auf diese Fragen ist nicht mit wenigen Worten zu erschöpfen und würde uns auch zu weit von unserem Hauptgegenstande entfernen. Nur soviel können wir hier verraten, dafs diese wunderbaren Messungen natürlich nur auf einem indirekten Wege erfolgen können; und zwar sind es die sogenannten Interferenzerscheinungen, d. h. Fälle, bei denen Lichter von entgegengesetztem Schwingungszustande sich gegenseitig auslöschen, die eine Bestimmung der Wellenlängen und damit auch der Schwingungszahlen ermöglichen. Handelt es sich also um die genaue Bestimmung der Wellenlängen der Linien des Sonnenspektrums, so mufs man das Spektrum statt durch ein Prisma auf einem ganz anderen Wege, nämlich mittelst eines äufserst feinen, aus mikroskopisch dicht neben einander in einen Spiegel oder eine Glasplatte eingeritzten Strichen bestehenden Gitters erzeugen. Ein Lichtstrahl wird von einem solchen Gitter derart beeinflufst, dafs sich das Licht nicht mehr nur geradlinig, sondern nach allen Richtungen hin ausbreitet, eine Erscheinung, die man als Beugung oder Diffraktion zu bezeichnen pflegt. Dabei treten aber in bestimmten Richtungen durch Interferenz zusammentreffender Schwingungen dunkle Streifen auf, deren gegenseitiger Abstand von der Wellenlänge der benutzten Lichtart abhängt und daher auch umgekehrt jene zu ermitteln gestattet. Ist nun das benutzte Licht etwa weifses Sonnenlicht, so werden die Interferenzstreifen für die verschiedenen Farben einen verschiedenen Ort haben, und die Farben müssen zu einem Spektrum auseinandertreten, in welchem die Abstände der Linien untereinander im direkten Verhältnis zu ihrer Wellenlänge stehen. Professor Rowland hat mit meisterhafter Geschicklichkeit derartige Beugungsgitter hergestellt, die nicht weniger als 1700 Linien auf einer Breite von nur einem Millimeter aufweisen und herrliche Spektra erzeugen, deren Wellenlängen nun ohne Schwierigkeiten ausgemessen werden konnten. Für die Hauptlinien des Sonnenspektrums haben sich zum Beispiel die folgenden Werte ergeben:

Linie	Wellenlänge in Milliontel-Millimeter ($\mu\mu$)
A	760,5
B	686,8
C	656,3
D_1	589,6

Linie	Wellenlänge in Milliontel-Millimeter ($\mu\mu$)
D_2	589,0
E	527,0
F	486,2
G	430,8
H	396,9

Sind aber erst einmal für eine gröfsere Zahl von Fraunhoferschen Linien und für die Linien der Metalle die Wellenlängen genau bekannt, dann läfst sich empirisch auch eine Aichung jedes Prismen-Spektrometers ausführen, so dafs man alsdann aus der am eingeteilten Kreis des Apparates abgelesenen Ablenkung irgend eines Strahles oder aus den Zahlen der auf der vorderen Prismenfläche sich spiegelnden und im Beobachtungsfernrohr zugleich mit dem Spektrum sichtbaren Vergleichsskala (siehe Figur 2) mit Hilfe einer Tabelle sofort die zugehörige Wellenlänge finden kann.

II. Die Spektralanalyse der Gestirne.

Fassen wir kurz noch einmal die Hauptergebnisse unserer bisherigen Darlegungen zusammen, so gipfeln dieselben in der Erkenntnis, dafs das Spektrum desjenigen Lichtes, das von einer sehr heifsen, festen oder feurig-flüssigen Masse ausgestrahlt wird und dem blofsen Auge weifs erscheint, alle möglichen Farben in unmerkbaren Abstufungen neben einander enthält oder ein „kontinuierliches Spektrum" ist.[6]) Die Verteilung der Helligkeit auf die verschiedenen Farben gestattet bei solchen Spektren zwar einen Rückschlufs auf die Temperatur der Lichtquelle (Rotglut und Weifsglut), aber über die chemische Natur des strahlenden Körpers vermögen wir in diesem Falle aus dem Lichte nichts zu ermitteln. Ganz anders liegen aber die Verhältnisse, wenn wir ein glühendes Gas beobachten; sein Spektrum besteht, solange sich die Dichtigkeit in mäfsigen Grenzen hält, stets aus einzelnen, getrennt von einander liegenden, weil verschieden gefärbten Linien, deren Zahl, Farbe und Wellenlänge für jedes Element so charakteristisch ist, dafs die chemische Natur des leuchtenden Gases durch genaue Ausmessung seines Spektrums mit Sicherheit festgestellt werden kann, auch wenn die Lichtquelle selbst durch ungemessene Entfernungen von uns getrennt und darum jede andere Art der Unter-

[6]) Nach Zöllners Untersuchungen kann bei hinreichender Dichtigkeit und Dicke der strahlenden Schicht sogar auch das Spektrum einer gasförmigen Lichtquelle infolge allmählicher Verbreiterung der Linien in ein kontinuierliches übergehen.

suchung ihrer chemischen Eigenschaften völlig ausgeschlossen ist. Bei Kometen und Nebelflecken werden wir von dieser Kenntnis Gebrauch machen; von ganz besonderer Wichtigkeit für die Erforschung der Gestirne ist aber die Umkehrung der hellen Linien in dunkle, die, wie wir aus dem ersten Teil wissen, durch Absorption des weifsen, vom leuchtenden Kern der Sterne ausgestrahlten Lichtes in den kühleren Gashüllen derselben zu stande kommen kann.

Die Sonne.

Im Sonnenspektrum ist, wie wir ebenfalls schon wissen, die Zahl der Fraunhoferschen Linien aufserordentlich grofs, und die stärk-

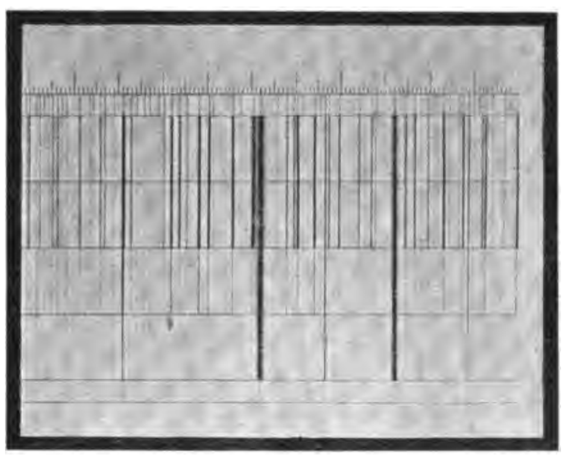


Fig. 6. **Die Natriumlinien bei starker Dispersion** (nach Thollon).

sten derselben wurden bereits von Kirchhoff auf bestimmte, in der Sonnenatmosphäre reichlich vorhandene Gase zurückgeführt. Dafs die D-Linien dem auch auf der Erde aufserordentlich verbreiteten Natrium angehören, haben wir bereits experimentell festgestellt. Die gleichfalls sehr auffallenden Linien C, F und H sind ebenso mit den Linien, die uns der Wasserstoff bei niedrigem Druck in Geifslerschen Röhren zeigt, identifiziert worden, während die im äufsersten Rot liegenden Absorptionsbanden A und B, auf die wir sehr bald noch näher zu sprechen kommen werden, dem Sauerstoff angehören. Namentlich mit Hilfe der Photographie hat die gegenseitige Lage und Intensität der feineren Linien mit grofser Genauigkeit festgelegt werden können. Die auf direkte Messungen gegründeten Darstellungen des Sonnenspektrums von Kirchhoff, Angström und Thollon wurden durch das neuerdings von Rowland hergestellte, photographische

Spektrum von mehr als 13 Meter Länge weitaus übertroffen, zumal durch die photographische Methode auch das ultraviolette Spektrum mit grofser Genauigkeit bekannt geworden ist. So ist die Gegenwart des Eisens zur Zeit bereits durch mehr als 1000 Linien erwiesen, deren intensivste die Fraunhoferschen Linien E und G sind. Mit welcher Zerstreuung das Sonnenspektrum durch Anwendung mehrerer Prismen betrachtet werden kann, ersieht der Leser am besten aus Figur 6, welche uns einen kleinen Ausschnitt aus Thollons Atlas vor Augen führt. Die beiden Komponenten der Natrium-Doppellinie D, die bei schwacher Zerstreuung wie eine einzige Linie erscheinen, sind hier weit auseinandergerückt, und der Zwischenraum zeigt nicht

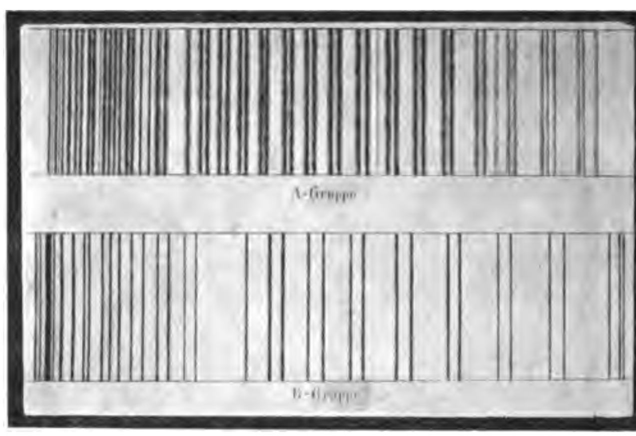


Fig. 7. **Die Liniengruppen A und B bei starker Dispersion.**

weniger als 15 neue, schwächere Linien. Die breiten, intensiven mit A und B bezeichneten Fraunhoferschen Linien lösen sich bei so starker Zerstreuung in eigenartige Gruppen von dicht gedrängten, gesetzmäfsig verteilten Linien auf, wie es Fig. 7 zeigt. So ist es denn erklärlich, dafs die schwierige Aufgabe, all die zahllosen Linien des Sonnenspektrums mit den Linien der uns bekannten chemischen Grundstoffe zu identifizieren, bis jetzt erst in sehr unvollständigem Mafse gelöst ist. Das bisherige Gesamtresultat dieser Arbeit hat erkennen lassen, dafs die Sonnenatmosphäre vorwiegend aus metallischen Dämpfen zusammengesetzt ist. Auch der Wasserstoff, der sicherlich einen sehr wesentlichen Bestandteil der Sonnenhülle bildet, kann ja in chemischer Hinsicht als ein Metall bezeichnet werden. Die in Fig. 7 abgebildeten Liniengruppen A und B gehören, wie bereits gesagt, dem Sauerstoff an, sind jedoch tellurischen, und nicht solaren Ursprungs.

Wir haben bis jetzt nämlich noch nicht berücksichtigt, dafs das Sonnenlicht ja auch die irdische Lufthülle erst durchdringen mufs, ehe es in unser Spektroskop gelangt, und dafs daher zu den schon in der Sonnenatmosphäre entstandenen Absorptionslinien noch eine Anzahl tellurischer Linien hinzukommen mufs, die hauptsächlich durch den Stickstoff, den Sauerstoff und den Wasserdampf unserer Luft bedingt sind. Diese tellurischen Linien aus dem Sonnenspektrum auszusondern ist natürlich nicht ganz leicht; die Möglichkeit es zu thun gründet sich aber auf die Veränderlichkeit ihrer Intensität sowohl bei wechselnder Sonnenhöhe, als auch bei wechselnder Meereshöhe des Beobachters. Offenbar wird die vom Sonnenstrahl zu durchdringende Luftschicht einerseits um so dicker, je mehr sich die Sonne dem Horizonte nähert, andererseits um so dünner, je höher wir uns über das Meeresniveau erheben. Tellurische Linien werden daher daran als solche erkannt, dafs sie mit sinkender Sonne intensiver werden, dagegen verblassen, wenn sich der Beobachter auf einen hohen Berg oder mittelst des Luftballons in höhere Luftschichten begiebt. Auf solche Weise wurden die Liniengruppen A und B als tellurisch erwiesen, und es war darum lange Zeit hindurch eine Streitfrage, ob die Sonnenatmosphäre überhaupt Sauerstoff enthalte. Erst ganz kürzlich ist das Vorhandensein dieses auf Erden so verbreiteten Elements in der Sonnenatmosphäre auf Grund gewisser anderer Linien durch Runge und Paschen erwiesen worden.[7])

Wenn man ein Verzeichnis der mit Sicherheit auf der Sonne nachgewiesenen Elemente durchsieht, so fällt aufser dem Fehlen der Nicht-Metalle auch das der Schwer-Metalle, wie z. B. Gold, Platin und Blei, auf. Gleichwohl ist es sehr wohl möglich, dafs aufser dem Sauerstoff auch noch einzelne andere nichtmetallische Stoffe in der Sonnenatmosphäre vorhanden sind, sich aber infolge der gleichzeitigen Gegenwart von Metallen nicht bemerkbar machen. Endlich ist keine einzige chemische Verbindung spektroskopisch auf der Sonne festzustellen, während doch auf Erden die Elemente nur selten isoliert, sondern meist auf mannigfache Art fest zusammengekettet vorkommen. Als Ursache dieses Zustandes der „Dissoziation" sieht man die hohe Temperatur der Sonne an, welche die Atome in so lebhafte Schwingungen versetzt, dafs die chemische Verwandtschaft nicht zur Geltung kommen kann, sehen wir doch auch im Laboratorium schon die meisten zusammengesetzten Stoffe bei gewissen Hitzegraden in ihre Elementarbestandteile zerfallen.

[7]) Vgl. Himmel und Erde, X. S. 425.

Besondere Beachtung verdient nun noch die spektralanalytische Untersuchung der auffälligen Gebilde, die unsere Fernrohre am Sonnenball erkennen lassen, nämlich der Flecken und Protuberanzen. Was zunächst die fast stets auf der Sonnenscheibe vorhandenen Flecken betrifft, so erkennt man im allgemeinen an den betreffenden Stellen mit Hilfe des Spektroskops sowohl eine über das ganze Spektrum sich ausdehnende Verdunkelung, als auch eine hochgradige Verstärkung der schon im gewöhnlichen Sonnenlicht erkennbaren Fraunhoferschen Linien, die vielfach bandartig verbreitert erscheinen. Zöllner schloſs hieraus, daſs die Bestandteile der Sonnenatmosphäre sich über den Fleckenregionen im Zustande starker Verdichtung befinden. Ganz eigentümliche Wahrnehmungen kann man aber mitunter an den Natriumlinien machen. Dieselben zeigen nämlich oft an der Stelle der gröſsten Verbreiterung einen hellen Kern, wie es Figur 8 veranschaulicht. Dieses Phänomen ist nur dadurch erklärlich, daſs im Fleck eine sehr verdichtete Schicht Natriumdampf von weniger dichten, aber heiſseren Dämpfen derselben Substanz überlagert wird. Diese heiſseren Schichten erzeugen dann, da ja die Leuchtkraft mit der Temperatur wächst, den helleren Kern, der wegen der geringeren Dichtigkeit dieser oberen Dämpfe nicht so breit werden kann wie die durch die tieferen, unter hohem Druck stehenden Schichten hervorgerufenen Absorptionslinien.

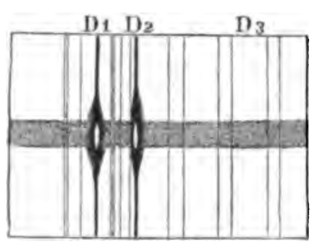


Fig. 8. **Die Natriumlinien im Spektrum eines Sonnenflecks.**

Von ganz hervorragendem Nutzen für die wissenschaftliche Erkenntnis hat sich die spektralanalytische Untersuchung der flammenähnlichen Hervorragungen oder Protuberanzen erwiesen, die man früher nur zur Zeit einer totalen Sonnenfinsternis am Rande des Sonnenballs erblicken konnte. Diese Gebilde sind uns jetzt nicht nur ihrem Wesen nach erschlossen worden, sondern zugleich macht das Spektroskop es auch möglich, sie an jedem Tage am Rande der Sonne zu sehen; ja auch mitten auf der Sonnenscheibe können wir heutzutage mit Hilfe der spektralen Zerlegung des Lichtes diejenigen Gebiete herausfinden, wo sich solche Lichtbäume auf der Sonnenoberfläche erheben. — Die erste spektroskopische Beobachtung von Protuberanzen erfolgte durch Janssen bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis von 1868 in Indien. Es zeigte sich dabei, daſs die beim direkten Anblick im Fernrohr rötlich erscheinenden Flammen-

zungen ein aus wenigen hellen Linien bestehendes Spektrum besitzen. Namentlich waren vier Linien sehr deutlich sichtbar, von denen drei die bekannten Wasserstofflinien sind, die im Sonnenspektrum „umgekehrt“ als dunkle Linien gesehen werden; die vierte Linie, die merkwürdiger Weise weder einer dunklen Linie des gewöhnlichen Sonnenspektrums entspricht, noch auch irgend einem von den damals bekannten Elementen zugehört, liegt im gelben Teile des Spektrums nahe bei der Natriumlinie und wird deshalb mit dem Buchstaben D_3 (vgl. Fig. 8) bezeichnet, während man dem durch sie angezeigten, neuen chemischen Element den treffenden Namen „Helium“ gab. Aus diesem Spektrum der Protuberanzen ergab sich also, dafs wir es hier mit gewaltigen Gasmassen zu thun haben, die aus dem Sonneninnern explosionsartig hervorbrechen und im wesentlichen aus Wasserstoff und dem auf Erden damals noch nicht gefundenen Helium bestehen.[8])

Neben diesem Aufschlufs über die Natur der Protuberanzen führte die spektroskopische Beobachtung aber auch sofort zu einer Methode, dieselben Gebilde alltäglich zu sehen; und zwar kam Janssen unmittelbar nach Beendigung jener denkwürdigen Sonnenfinsternis auf den zum Ziele führenden Gedanken, so dafs er bereits am nächsten Tage die erste Protuberanz mittelst des Spektroskops entdecken konnte. Noch ehe die Nachricht hiervon nach Europa gekommen war, hatte auch Lockyer bereits völlig selbständig dieselbe Entdeckung gemacht, nachdem er schon seit zwei Jahren den richtigen Gedanken verfolgt und nur mangels geeigneter Instrumente nicht früher hatte zum Ziele kommen können. — Bei vollem Sonnenschein sind offenbar die Protuberanzen im Fernrohr nur dadurch unsichtbar, dafs sie, wie bei Tage die Sterne durch das Licht der erhellten Luft verblassen, von dem Lichte des Sonnenballs und der ihm zunächst sichtbaren, erleuchteten Luft bei weitem überstrahlt werden. Um überhaupt die Sonne ungeblendet betrachten zu können, müssen wir durch dunkle Gläser oder irgendwelche andere Mittel das Licht so stark abschwächen, dafs von den weniger stark glänzenden Protuberanzen

---

8) Dem eifrigen Leser der letzten Jahrgänge unserer Zeitschrift ist bekannt, dafs neuerdings das Helium in minimalen Mengen auch in irdischen Körpern und in Meteoren entdeckt und dadurch der direkten chemischen Untersuchung zugänglich gemacht worden ist (vgl. Bd. VIII, S. 181, IX, S. 517). — Auch wollen wir hier nicht verschweigen, dafs in neuester Zeit von mehreren Seiten eine wesentlich andere Auffassung der Protuberanzen, als oben zu grunde gelegt ist, zur Geltung gebracht worden ist, worüber gleichfalls in dieser Zeitschrift (Bd. IV, S. 329, Bd. V, S. 345 und 578) gebührend berichtet wurde.

nichts mehr erkennbar ist. Die Verschiedenartigkeit des Spektrums der Protuberanzen von dem der Sonne selbst giebt nun aber die Möglichkeit an die Hand, das direkte Sonnenspektrum sehr stark abzuschwächen, ohne dafs zugleich die Intensität des Protuberanzenspektrums im gleichen Mafse verringert würde; der Helligkeitskontrast kann daher soweit gemäfsigt werden, dafs beide Spektra nebeneinander erkennbar werden. Das Mittel, wodurch man das erreicht, besteht in der Anwendung einer sehr starken Dispersion, also eines Spektralapparates

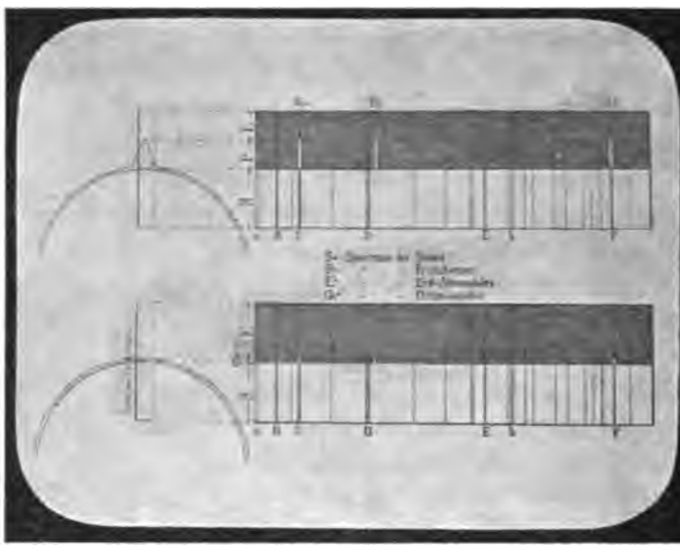


Fig. 9. **Beobachtung der Protuberanzen und der Chromosphäre bei Sonnenschein.**

mit mehreren Prismen, welche die Farben des Spektrums weit auseinanderzerren.

Richten wir den Spalt des mit einem Fernrohr versehenen Spektroskops so, dafs er den Rand des im Fernrohrbrennpunkt befindlichen Sonnenbildchens senkrecht schneidet, wie es die linke Hälfte unserer Figur 9 darstellt, so gelangt durch die untere Hälfte des Spaltes direktes Sonnenlicht, durch die obere dagegen einerseits das von unserer Atmosphäre intensiv zurückgestrahlte Tageslicht und andererseits, falls sich an der betreffenden Stelle des Sonnenrandes eine Protuberanz befindet, Protuberanzenlicht in die Prismen. Nun wird durch die Verteilung des durch den schmalen Spalt eindringenden Lichtbündels auf ein ausgedehntes, kontinuierliches Spektrum sowohl das direkte, als auch das reflektierte, weifse Sonnenlicht sehr beträchtlich abgeschwächt; das von der rötlichen Protuberanz stam-

mende und nur aus wenigen diskreten Farbengattungen bestehende Licht erfährt dagegen keine derartige Ausbreitung, die vier hellen Linien rücken bei starker Dispersion zwar weiter auseinander, bleiben aber so schmal wie der Spalt des Spektroskops. So erreichen wir denn, dafs sich diese Protuberanzlinien nicht nur von dem allenfalls aus dem Gesichtsfeld zu bringenden direkten Sonnenspektrum, sondern vor allem auch von dem darübergelagerten und auf keine Weise völlig zu entfernenden Spektrum des diffusen Tageslichtes hinreichend abheben, um deutlich wahrgenommen zu werden. — Befindet sich an der gerade eingestellten Stelle des Sonnenrandes keine Protuberanz, so fehlen natürlich die entsprechenden Linien, man erblickt aber eine gröfsere Zahl ganz kurzer heller Linien, welche von jenem roten Saum herrühren, der bei totalen Finsternissen rings um die verdunkelte Sonne gesehen wird (vgl. den unteren Teil der Figur 9). Diese äufserst schmale Schicht glühender Gase (und zwar wiederum vornehmlich Wasserstoff) wird als Chromosphäre bezeichnet und stellt gewissermafsen den Boden dar, in dem die Protuberanzen wurzeln. Die Chromosphärenlinien sitzen meist mit breiter Basis dem Sonnenrande auf, laufen aber nach aufsen hin in feine Spitzen aus. Dieses Aussehen erklärt sich durch die Abnahme des Drucks und der Dichtigkeit der betreffenden Gase bei zunehmendem Abstand vom Niveau der Photosphäre.[9])

Durch die Janssen-Lockyersche Beobachtungsmethode kann man also bei Absuchung des Sonnenrandes leicht feststellen, an welchen Stellen jeweilig Protuberanzen vorhanden sind, und bis zu welcher Höhe sich dieselben erheben; aber die Gestalt dieser Bildungen ist nicht unmittelbar erkennbar, sondern könnte erst aus mehreren radialen Durchschnitten erschlossen werden. Zöllner stellte nun den Spalt des Spektroskops, nachdem er eine Protuberanz aufgefunden, tangential zum Sonnenrand und öffnete denselben, nachdem der helle Sonnenrand gänzlich aus dem Gesichtsfeld entfernt war, bis zu einer beträchtlicheren Breite. Sofort sah er nun statt einer hellen, gegen das kontinuierliche Luftspektrum hinreichend kontrastierenden Linie die ganze Protuberanz in ihrer natürlichen Gestalt und in der Farbe der betreffenden Spektralgegend. Dieselbe Protuberanz liefs sich nun ebensogut in der C-, wie der D_3-, oder F-Linie in roter, gelber oder blauer Farbe wahrnehmen und naturgetreu abzeichnen. Unsere Abbildung Figur 10 zeigt uns die Zöllnersche Einstellung; wir sehen, wie das vom Fernrohrobjektiv entworfene Fokusbild

[9]) Photosphäre = Lichthülle ist die wissenschaftliche Bezeichnung der leuchtenden, eigentlichen Sonnenoberfläche.

der Sonne den weitgeöffneten Spalt seitlich berührt, so dafs nur die in der Nähe eines Flecks befindliche, über den Rand hervorragende Protuberanz (die natürlich für das freie Auge neben dem hellen Sonnenbilde nicht sichtbar ist) ihr Licht in das Prisma senden kann. Figur 11 zeigt uns, was der Beobachter am Spektroskop dabei sieht. Das Gesichtsfeld ist der Quere nach von einem Stück roten Spektrums (von dem von der Luft reflektierten Sonnenlicht herstammend) durchzogen, in dessen Mitte die durch die weite Öffnung des Spaltes sehr verbreiterte C-Linie[10]) eine dunkle Unterbrechung bildet. Diese Lücke sehen wir aber durch die zierlichsten Formen einer Protuberanz und der bei dieser Beobachtung einem feurigen

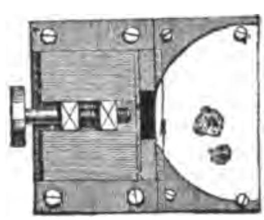


Fig. 10. **Tangentiale Einstellung einer Protuberanz bei weit geöffnetem Spalt.**

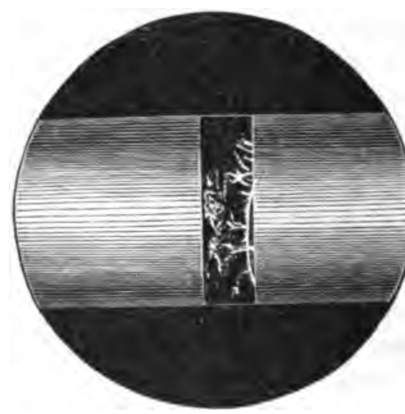


Fig. 11. **Beobachtung der Protuberanzen ihrer Gestalt nach.**

Grasfelde gleichenden Chromosphäre erfüllt. „Man könnte sich einbilden," sagt Young, „man sehe den Abendhimmel durch eine halb geöffnete Thür, nur fehlt die Mannigfaltigkeit und der Kontrast der Farben, alle Wölkchen zeigen dieselbe, rein scharlachrote Farbe."

Seit der Entdeckung dieser spektroskopischen Beobachtungsmethode ist natürlich kein Tag mehr vergangen, ohne dafs von unermüdlichen Sonnenforschern, wie z. B. Secchi und Tacchini, der Sonnenrand nach Protuberanzen abgesucht worden wäre. In den „Memorie degli Spettroscopisti Italiani" finden wir seit langen Jahren eine regelmäfsige Registrierung und Abbildung der beobachteten Protuberanzen. Beim Durchblättern dieser Sonnen-Annalen fällt uns ein grofser Formenreichtum jener Bildungen auf. Namentlich lassen sich zwei Hauptgruppen von Protuberanzen unterscheiden, die wolken-

[10]) Die feineren Fraunhoferschen Linien sind dagegen wegen der Breite des Spaltes völlig verblafst.

ähnlichen und die eruptiven. Der erstere Typus, wie ihn unsere Abbildung Figur 12 links darstellt, zeigt unscharfe, neblige Umgrenzung und nur langsame Veränderungen der Gestalt. Die eruptiven Protuberanzen (Figur 12 rechts) gleichen mächtigen, feurigen Springbrunnen, die aufser Wasserstoff und Helium, wie das Spektrum lehrt, auch verschiedene metallische Dämpfe mit in die Höhe reifsen und demgemäfs jedenfalls sehr viel heftigeren Vorgängen in den tieferen Schichten der Sonnenhülle ihre Entstehung verdanken. Dementsprechend beobachtet man an solchen Gebilden oft auch schon in kürzester Zeit beträchtliche Veränderungen der Gestalt und Gröfse. Die Figur 13, welche uns vier Entwickelungsstadien eines besonders lebhaften Ausbruches vor Augen führt, die im ganzen nur etwa eine Stunde auseinander lagen, giebt uns hierfür ein eindringliches Beispiel.



Fig. 12. **Protuberanzen.**

Übrigens hat Tacchini bei Gelegenheit von Sonnenfinsternisbeobachtungen auch weifse Protuberanzen entdeckt, die aufserhalb der Finsternis spektroskopisch nur schwer oder gar nicht wahrnehmbar waren. Überhaupt läfst uns, wie gar nicht anders erwartet werden kann, das Spektroskop immer nur die hellsten Teile einer Protuberanz, ihr Gerippe so zu sagen, erkennen, während die feineren Details nach wie vor nur bei totalen Sonnenfinsternissen studiert werden können.

Seit wenig mehr als etwa einem Jahrzehnt hat man sich bemüht, in allen Zweigen der Himmelskunde die Photographie in den Dienst der Forschung zu stellen, und auch die Erforschung der Protuberanzen und der mit ihnen nahe verwandten „Sonnenfackeln" hat durch diese neue Methode einen bedeutungsvollen Aufschwung genommen. Es zeigte sich, dafs die im Violett ziemlich an der Grenze des sichtbaren Spektrums gelegenen, von Calciumdämpfen herstammenden Linien H und K nicht nur im Lichte der meisten Protuberanzen ebenso hell oder noch heller als die Wasserstofflinien vorhanden sind, sondern mit Hilfe photographischer Aufnahmen auch mitten auf der

Sonnenscheibe sich doppelt umgekehrt, das heifst mit einem hellen Kern versehen, zeigen. Hale und Deslandres haben daraufhin unabhängig von einander besondere, komplizierte Apparate, „Spektroheliographen", ersonnen, die es gestatten, mittelst mehrerer beweglicher, gekreuzter Spalte das Bild der ganzen Sonne oder auch ihrer Umgebung im Lichte der K-Linie photographisch zu fixieren. Unsere Figur 14 zeigt das Ergebnis einer derartigen Aufnahme, die freilich einen ganz anderen Anblick gewährt als eine gewöhnliche, direkte Sonnenphotographie.[11]) Wir haben hier eben nicht eine Abbildung der das eigentliche Sonnenlicht ausstrahlenden Photosphäre vor uns, sondern vielmehr eine Darstellung der über dieser lagernden und

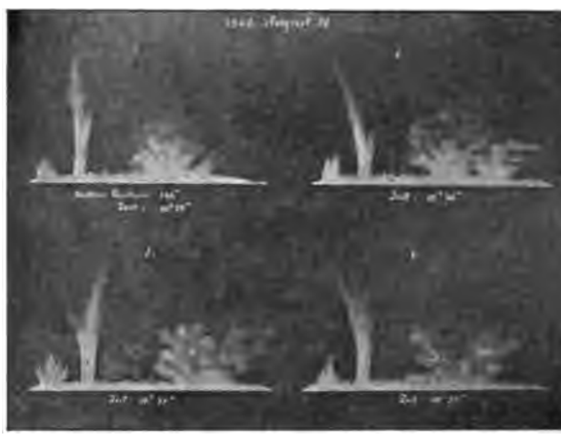


Fig. 13. **Veränderungen einer Protuberanz** (nach Zöllner.)

durch die Hilfsmittel der photographischen Spektralanalyse sichtbar gemachten chromosphärischen Schicht mit den Hervorragungen derselben, die sonst am Sonnenrande als Protuberanzen, vor der Scheibe aber höchstens in weit geringerer Ausdehnung als Fackeln erkennbar sind.[12])

Endlich ist natürlich auch die Sonnencorona, jene ausgedehnte, äufserste Umhüllung des Sonnenballs, die nur bei totalen Verfinsterungen des letzteren gesehen werden kann, aufs eifrigste spektroskopisch untersucht worden, so oft die wenigen Minuten einer totalen Sonnenfinsternis die Gelegenheit dazu darboten. Das Coronaphänomen

[11]) Näheres über diese Aufnahmen, sowie über gewisse diesbezügliche noch nicht entschiedene Streitfragen findet man in Himmel und Erde, Bd. V, S. 94 und Bd. VI, S. 380.

[12]) Die eigentümliche Gestreiftheit des Bildes ist allerdings nur durch gewisse Unvollkommenheiten des Aufnahmeapparates bedingt und entspricht keineswegs reellen Lichtunterschieden.

stellte bis zur Entwicklung der spektralanalytischen Forschung für die Gelehrten noch ein völlig ungelöstes Problem dar; man wufste nicht einmal mit Sicherheit, ob diese Strahlenkrone dem Monde oder der Sonne angehört oder gar nur eine rein optische Erscheinung sei. Das Spektrum zeigte sofort die Zugehörigkeit zur Sonne an, denn neben einem schwachen kontinuierlichen Spektrum erkannte man helle Linien (besonders eine grüne und mitunter zwei grüngelbe, sowie auch die Wasserstofflinien), die beweisen, dafs ein wesentlicher Teil des Coronalichtes von selbstleuchtenden, glühenden Gasen stammt, wie

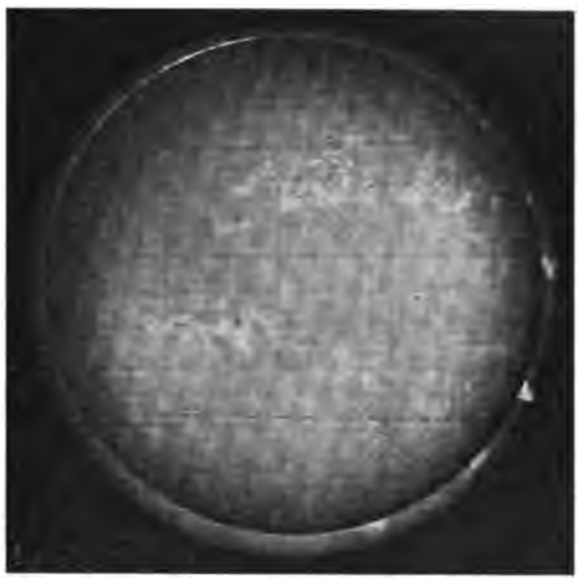


Fig. 14. **Eine Sonnenaufnahme im Lichte der K.-Linie** (nach Hale.)

sie nur in unmittelbarster Sonnennähe existieren können. Aus den grünen Linien speziell, die einem sonst bekannten Element wegen ihrer besonderen Lage nicht entsprechen können[13]), müssen wir auf das Vorhandensein eines glühenden, jedenfalls äufserst leichten Gases von unbekannter Natur (Coronium) schliefsen, während das kontinuierliche Spektrum anzeigt, dafs sich diesem Eigenlicht der Corona auch reflektiertes Sonnenlicht beimischt, welches vielleicht von feinen, meteorischen Staubpartikelchen stammen mag, die den gewaltigen Sonnenball den Mücken gleich, die um eine Lampe schwirren, umkreisen.

(Fortsetzung folgt.)

[13]) Vor einigen Wochen haben jedoch italienische Forscher ein Gas mit entsprechendem Spektrum in den Solfataragasen von Pozzuoli entdeckt.

Lichtelektrische Telegraphie.

Von Dr. P. Spies in Berlin.

Schall- und Lichtwellen ermöglichen dem Menschen in der einfachsten Weise eine Zeichengebung auf einige Entfernung. Auf der primitivsten Stufe freilich, auf welcher eine solche „Telegraphie ohne Draht" auch ohne sonstige Zurüstungen ausgeübt wird, also lediglich die menschliche Stimme zur Erzeugung von Tönen, die menschlichen Gliedmafsen zur Hervorbringung sichtbarer Zeichen benutzt werden, wird die zu überwindende Entfernung eine verhältnismäfsig kleine sein. Die nächstliegenden Vervollkommnungen akustischer Art sind durch lauttönende Geräte gegeben, etwa durch Glocken, Nebelhörner, Signalhörner oder Trommeln, und es ist bekannt, dafs beispielsweise das letztgenannte Instrument, die Trommel, bei manchen wilden Völkern mit grofser Meisterschaft in der Weise gehandhabt wird, dass wichtige Nachrichten durch die „Trommelsprache" im ganzen Lande schnell verbreitet werden.

Auch der kultivierte Mensch verzichtet auf eine solche akustische Signalgebung nicht vollständig, wenngleich er von ihr kaum zur Übermittelung mannigfaltiger Nachrichten Gebrauch machen dürfte. Eine weitergehende Anwendung hat sich bei der optischen Zeichengebung erhalten; nicht nur wird eine Verständigung spezieller Art zwischen dem Bahnwärter und dem Personal des fahrenden Zuges durch optische Signale ermöglicht, sondern wir erzielen auch zwischen einem Schiff und der Küste mit Hülfe der bekannten farbigen Flaggen eine sehr weitgehende und dauernd mit Nutzen angewandte Verständigung.

In diesen beiden letzteren Fällen haben wir bereits recht typische Aufgaben für die drahtlose Telegraphie herangezogen. In den meisten anderen Fällen, vornehmlich im Verkehr auf dem Festlande von Stadt zu Stadt oder zwischen weit entfernten Punkten an verschiedenen Küsten desselben Meeres, überhaupt auf gröfsere Entfernungen mufste der einstmals so bedeutungsvolle optische Telegraph dem elektrischen Leitungsdrahte weichen, weil dieser letztere unabhängig von Witterungs-

einflüssen, von der Gestaltung des Geländes, einigermafsen auch von der Entfernung arbeitet, und weil er, was besonders ins Gewicht fällt, die Nachrichten niederzuschreiben vermag.

Recht eigentümlich berührt es uns, wenn wir sehen, dafs man in der neuesten Zeit versucht hat, für jene Fälle, in denen die Anwendung eines Drahtes ausgeschlossen ist, die elektrische Telegraphie durch Hülfsmittel zu ergänzen, welche mit der physikalischen Grunderscheinung der optischen Telegraphie, also dem Lichte, nahe verwandt oder vielmehr identisch sind. Es versteht sich von selbst, dafs derartige Methoden die Vorzüge der optischen und der elektrischen Telegraphie, leider aber auch die Fehler beider in sich bis zu einem gewissen Grade vereinigen werden. Die eine dieser Methoden drahtloser Telegraphie, nämlich die Marconische, ist in dieser Zeitschrift bereits ausführlich besprochen worden. Wir weisen an dieser Stelle nur darauf hin, dafs die von Hertz entdeckten Ätherwellen, mit denen Marconi arbeitet, verhältnismäfsig lang sind; ihre Länge bemifst sich nach Dezimetern oder gar nach Metern, und deshalb ist es bis jetzt nicht gelungen, die für die Lichtwellen — und bei Laboratoriumsversuchen auch für die Hertzschen Wellen — bewährten Hülfsmittel einer Konzentration der Wirkung nach bestimmten Richtungen hin, also Spiegel und Linsen bei Versuchen im grofsen anzubringen. Es wird also die Wirkung des Wellengebers nach allen Richtungen hin verstreut, ähnlich wie dies im allgemeinen bei den von einer Schallquelle ausgehenden Schwingungen der Fall ist, und demzufolge mufs man den Empfänger gewissermafsen mit einem recht grofsen Ohre, einer Auffangevorrichtung versehen, nämlich mit einem lang ausgespannten Drahte. Der allgemeine Charakter der Anordnung schliefst sich also immer noch mehr an dasjenige an, was man bei elektrischen Apparaten zu sehen gewohnt ist; nur das Fehlen eines fortlaufenden Drahtes weist uns darauf hin, dafs es sich hier um eine Naturerscheinung handelt, welche der Ausbreitung von Schall- oder Lichtwellen analog ist.

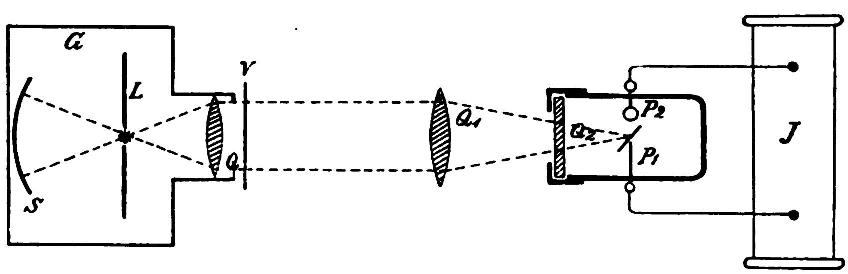
Die neue Methode, welche ihr Erfinder „Lichtelektrische Telegraphie" genannt hat, benutzt ebenfalls Ätherwellen, welche auf unser Auge eine Wirkung nicht ausüben; aber diesmal handelt es sich um die Strahlen, welche nicht jenseits der unteren, sondern jenseits der oberen Grenze des sichtbaren Gebietes liegen, um die sogenannten ultravioletten Strahlen. Merkwürdigerweise ist die besondere Eigenschaft dieser Strahlen, welche zur Verwertung gelangt, ebenfalls von Heinrich Hertz entdeckt, und zwar bei Gelegenheit seiner Versuche über elektrische Wellen. Hertz fand nämlich, dafs das von

elektrischen Funken ausgehende Licht, und zwar die in ihm enthaltenen Strahlen geringer Wellenlänge, insbesondere die ultravioletten Strahlen die Eigenschaft besitzen, elektrische Entladungen auszulösen. Wenn man beispielsweise die kugelförmigen Elektroden eines im Gange befindlichen Induktionsapparates so weit auseinanderzieht, dafs die elektrische Spannung nicht mehr hinreicht, um noch eine Funkenentladung herbeizuführen, und wenn man dann auf die Elektroden ultraviolette Strahlen fallen läfst, so setzt die Funkenentladung sofort wieder ein. Diese Erscheinung und die ihr verwandten Phänomene pflegt man als „lichtelektrische“ zu bezeichnen. Professor Zickler in Brünn benutzt den Vorgang in folgender Weise für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie. Von einem an der Sendestation befindlichen Bogenlichte werden in den den telegraphischen Zeichen entsprechenden Intervallen Strahlen in der Richtung der Empfangsstation ausgesendet und diese lösen an letzterer in denselben Intervallen elektrische Funken aus. Die von den Funken wiedergegebenen Zeichen können nun in verschiedener Weise fixiert werden, z. B. dadurch, dafs man nunmehr zur Marconischen Methode übergeht, also die Funken auf einen Cohärer wirken läfst und dadurch diesen und die von ihm abhängigen Apparate bethätigt; oder man schaltet in die sekundäre Rolle des Induktoriums selbst eine Vorrichtung, welche auf den beim Übergang des Funkens entstehenden Strom anspricht, also einen geeigneten Morseapparat oder besser ein Relais.

Da der in Rede stehende Hertzsche Effekt stärker wird, wenn man die Luft zwischen den Elektroden bis zu einem gewissen Grade verdünnt, so schliefst man die letzteren in ein Glasgefäfs ein, welches mit Hülfe einer Luftpumpe entleert werden kann. Über die benutzten Apparate sei ferner noch bemerkt, dafs der Zeichengeber ein gewöhnlicher elektrischer Scheinwerfer ist; um die Aussendung ultravioletter Strahlen zu begünstigen, wird durch Auseinanderziehen der Kohlen ein etwas gröfserer Flammenbogen gebildet. Eine gewisse Erschwerung liegt in dem Umstande, dafs die Linsen und Spiegel, welche zur Konzentration der Strahlen benutzt werden, nicht aus Glas bestehen dürfen, bezw. bei gläsernen Spiegeln die Vorderfläche versilbert sein mufs. Glas hat nämlich die Eigenschaft, die wirksamen Strahlen stark zu absorbieren; man wird also seine Zuflucht entweder zu Linsen aus Bergkrystall oder zu einfachen metallenen Hohlspiegeln nehmen. Das Glasgefäfs, welches, wie oben erwähnt, die Elektroden des Empfangsapparates einschliefst, mufs ebenfalls mit einem Quarzfenster versehen sein.

Die erwähnte unangenehme Eigenschaft des Glases, die wirk-

samen Strahlen zu verschlucken, kommt dem neuen System nach einer anderen Richtung hin zu gute. Sie ermöglicht es, durch einen Verschlufs aus Glas, der etwa durch ähnliche Mechanismen bethätigt werden könnte wie die Momentverschlüsse photographischer Apparate, die wirksamen Strahlen abzuschneiden. Die hierdurch herbeigeführte sichtbare Intensitätsänderung ist so gering, dafs sie einem Beobachter des Strahlenkegels entgeht, dafs also ein unerwünschtes Mitlesen der übermittelten Nachrichten hier viel weniger leicht möglich ist als bei dem Marconischen System. Die ganze Anordnung wird durch die Figur schematisch wiedergegeben: L bezeichnet eine elektrische Lampe, deren Strahlen durch den Spiegel S reflektiert werden und durch die Quarzlinse Q in annähernd paralleler Richtung austreten. Die Linse Q kann fortfallen, wenn der Lichtpunkt mit dem Brennpunkt des Spiegels zusammenfällt, was bei gröfseren Scheinwerfern



zu militärischen und anderen Zwecken der Fall zu sein pflegt. Für Abblendung des Nebenlichtes sorgt das Metallgehäuse G. V ist der erwähnte Verschlufs aus Glas.

Der Empfänger besteht aus einem gläsernen Gefäfs, welches die Platinelektroden P_1 P_2, eine Kugel und eine Platte enthält, und durch das Quarzfenster Q_2 verschlossen ist. Durch die Quarzlinse Q_1, deren Abstand regulierbar ist, kann auf der negativen Elektrode P_2 das Strahlenbündel konzentriert werden; es hat sich nämlich gezeigt, dafs vornehmlich die Belichtung der negativen Elektrode von entscheidendem Einflufs ist. Das Induktorium J mufs so reguliert werden, dafs seine Spannung nur während der Bestrahlung P_2 zu der Erzeugung eines Funkens ausreicht.

Die Versuche Zicklers, welche ohne Anwendung eines geeigneten Reflektors stattfanden, haben bis auf eine Entfernung von 200 Metern eine sichere Wirkung ergeben. Dieses Resultat ist insofern günstig, als ja ohne Reflektor bei einer derartigen Entfernung nur ein verschwindend kleiner Teil der Strahlung ausgenutzt wird. Selbst bei viel gröfseren Entfernungen wird, wie eine einfache Betrachtung des

geometrischen Strahlenverlaufs zeigt, die Wirkung bedeutend intensiver sein als bei den Ticklerschen Experimenten, sobald man einen Scheinwerfer benutzt. Allerdings ist hierbei nicht berücksichtigt, einen wie grofsen Anteil der Strahlen die Luft absorbiert, eine Frage, welche auf Grund neuer Experimente wird in Angriff genommen werden müssen. Man sieht ohne weiteres ein, dafs hier eine Schwäche der neuen Methode liegt, welche sie mit der alten optischen Telegraphie teilt, während sie derselben durch die Niederschrift, sowie durch die Verhinderung des Mitlesens überlegen ist.

Von allgemeineren physikalischen Gesichtspunkten aus erscheinen uns die Zicklerschen Versuche recht bemerkenswert. Zweifellos sendet uns die Sonne auch in der Form ultravioletter Strahlen grofse Energiemengen zu. Ein grofser Teil dieser Strahlung wird in den oberen Schichten der Atmosphäre aufgehalten, ohne dafs wir eine hinlänglich begründete Antwort auf die Frage geben könnten, was für eine Rolle jene Energie etwa bei meteorologischen Vorgängen zu spielen vermag. Die ultravioletten Strahlen, welche zu uns mit dem Lichte herabgelangen, sind vielleicht für das organische Leben auf der Erde und sicherlich für manchen wissenschaftlich-technischen Prozefs, z. B. die Photographie, von Bedeutung; in allen diesen Fällen aber geht ihre Wirkung neben denjenigen der Lichtstrahlen einher, und es dürfte deshalb hier zum ersten Male der Versuch gemacht sein, eine technische Wirkung zu erzielen, dadurch, dafs man einen Gegensatz zwischen den Lichtstrahlen allein einerseits und der Gesamtstrahlung einer elektrischen Lampe andererseits ausnutzt.

Noch weiter geht freilich ein anderer etwas phantasiereicher Vorschlag, den wir nur seiner Eigentümlichkeit wegen erwähnen. Nach demselben soll das von einer Strahlenquelle ausgehende Licht ganz unterdrückt und nur der ultraviolette Anteil zur Bestrahlung eines fernen Objektes benutzt werden. Die hier diffus reflektierten Strahlen sollen dann ein Bild des Gegenstandes abgeben, genau so, wie uns die von einem Scheinwerfer ausgehenden Lichtstrahlen ein fernes Objekt sichtbar machen. Der einzige Unterschied würde darin bestehen, dafs beim Auftreffen der ultravioletten Strahlen der Gegenstand nicht für das Auge, sondern nur für ein besonderes, auf dem bekannten Prinzip der Fluorescenz basierendes Instrument sichtbar sein würde. Es versteht sich von selbst, dafs der Autor dieser letzteren Idee vornehmlich an eine Verwendung zu Kriegszwecken denkt, und es berührt uns eigentümlich, wenn wir uns etwa ausmalen, dafs man einen Feind mit dunklen Strahlen und mit Hilfe eines für diese empfänglichen „künstlichen Auges“ beobachten könnte, ohne dafs der

Ahnungslose hiervon etwas zu merken im stande wäre. Man sieht wieder einmal, wie die moderne Wissenschaft die kühnsten Zaubermärchen zu übertreffen im stande ist, oder sagen wir lieber, wie sie dieselben denkbar erscheinen zu lassen vermag.

Mittheilungen

Fossile Erdbebenspuren.

Seit langer Zeit kennt man in Nord-Amerika und in Rufsland eigentümliche Gesteinsgänge, deren Ausfüllungsmasse weder aus eruptiven, in glutflüssigem Zustande emporgedrungenen Gesteinen, noch aus wässeriger Lösung auskristallisierten Mineralien, sondern vielmehr aus sedimentärem Gesteinsmaterial besteht, und man hat sich allmählich daran gewöhnt, auch diese auffälligen Gebilde mit dem Namen „Gang“ zu bezeichnen. In Kalifornien finden sich beispielsweise in eozänen Mergeln weithin sich erstreckende schmale Gänge, die mit Sandstein erfüllt sind, und im Gebiete des Pikes Peak treten ganz analoge Sandsteingänge im Granit auf. Auch in Rufsland ist das Verhältnis ein ganz ähnliches. Dort finden sich bei Alatyr in neokomen Thonen gleichfalls Gänge von Sandstein. In allen diesen Fällen hat man zur Erklärung des merkwürdigen Phänomens angenommen, dafs es sich hier um Spalten handelt, die bei Gelegenheit von Erdbeben aufrissen und unmittelbar nach dem Aufreifsen sich mit Sand füllten, der ein späteres bei Erdbebenspalten oftmals eintretendes Wiederverschliefsen verhinderte. Indessen besteht in einzelnen Gebieten ein Unterschied in der Art und Weise der Ausfüllung. In manchen Fällen ist nämlich das Ausfüllungsmaterial einfach von oben her in die Spalte hineingefallen, während es in anderen aus der Tiefe derselben emporgeprefst ist. Die Ausfüllungsmasse und ihre petrographische Zusammensetzung läfst in den meisten Fällen mit vollkommener Sicherheit erkennen, auf welche dieser

beiden Arten die Spaltenfüllung erfolgte. In Kalifornien werden die eozänen Mergel von Sanden unterlagert, die der Kreideformation angehören, und die Ausfüllungsmasse der Gänge stimmt vollkommen mit jenen Sanden des Untergrundes überein. Hier ist also mit Sicherheit der Vorgang so zu erklären, dafs unmittelbar nach dem Aufreifsen der Spalte der wasserdurchtränkte Kalksand von unten her wie ein Eruptivgestein empordrang und die Spalte füllte, bevor sie sich schliefsen konnte. Anders liegt die Sache am Pikes Peak und in Rufsland. In beiden Gebieten fehlen unter dem von der Spalte durchsetzten Gestein solche sandigen Ablagerungen, deren Material mit der Spaltenausfüllung übereinstimmt, dagegen sind dieselben in jüngeren Schichten der betreffenden Gebiete, wenn auch nicht immer in unmittelbarer Nähe des Sandsteinganges, noch vorhanden. Bei Alatyr stimmte das Material der in der Kreideformation aufsetzenden Sandsteingänge vollkommen mit den im gleichen Gebiete auftretenden der älteren Tertiärzeit angehörenden Sanden des Oligozän überein. Hier ist also offenbar das Material der Spaltenausfüllung von oben hereingestürzt und hat dieselbe im Momente der Entstehung ausgefüllt. Es ist nun von hohem Interesse, dafs ein solcher Sandsteingang nunmehr auch in unserem Vaterlande beobachtet werden konnte, und zwar ist es in diesem Falle durch die eingehende und sorgfältige Untersuchung eines unserer ausgezeichnetsten Petrographen, des Professors Kalkowsky in Dresden, gelungen, den Charakter dieses Sandsteinganges als Ausfüllungsmasse einer Erdbebenspalte durch Anwendung feiner chemischer und mikroskopischer Methoden auf das sicherste festzustellen. Kalkowsky berichtet über seine Untersuchungen in einem Aufsatze in den Abhandlungen der Dresdener Isis, dem wir folgende interessante Einzelheiten entnehmen. Östlich von Meifsen wurde bei Weinböhla im Elbthale eine kleine Scholle von der der Kreideformation angehörendem Plänerkalke abgebaut. Während des Steinbruchbetriebes stiefs man auf eine dünne, vertikale Sandsteinmauer, die sich etwa 50 m weit durch den Bruch hindurch verfolgen liefs. Die Stelle ist noch dadurch besonders interessant, dafs sie in der nächsten Nähe der grofsen, sogenannten Lausitzer Überschiebung liegt. Durch eine gewaltige Bewegung in der Erdkruste sind hier ältere granitische Gesteine flach über jüngere, dem Jura und der Kreideformation angehörende Kalksteine und Mergel hinwegbewegt worden, sodafs hier eine vollkommen verkehrte Schichtenlagerung entstanden ist. Der Sandsteingang, der gegenwärtig durch Eingehen des Steinbruchbetriebes nicht mehr sichtbar ist, besafs eine Mächtigkeit von 30—45 cm und verlief ungefähr senkrecht gegen die allgemeine

Richtung der Lausitzer Überschiebung, während er fast vertikal in die Tiefe hinabsetzt. Zu beiden Seiten des Sandsteinganges liegen Mergel und Sandsteine des Pläner. Leider hat das Aufhören des Betriebes die Beziehungen des Ganges zu der nahe gelegenen Überschiebung nicht erkennen lassen. Das Gestein des Ganges ist ein fester Sandstein, der fast ausschliefslich aus Quarzkörnern besteht, die durch ein Bindemittel von kohlensaurem Kalke innig verkittet sind. Der Kalk ist durch Auflösung aus dem Nebengestein in wässeriger Lösung in den Sand hineingebracht worden und in demselben so vollkommen auskristallisiert, dafs er alle Hohlräume der Quarzkörner erfüllt hat. Wenn man nun in einem gewissen Volumen des Sandsteins durch Behandeln mit Salzsäure den Kalk auflöst, so erhält man, da Quarz und Kalkspath ungefähr dasselbe spezifische Gewicht haben, in der Menge des Kalkes das sogenannte Porenvolumen des Sandes, d. h. das Verhältnis der zwischen den einzelnen Sandkörnern sich befindenden Hohlräume zu der Masse des Sandes. Dieses Porenvolumen nun ergab sich zu 30 p. c.; es ist das eine aufserordentlich niedrige Zahl, denn das mathematisch zu berechnende Porenvolumen kugelförmiger, gleich grofser Körper beträgt 26 p. c., also nur ein geringes weniger, während dagegen scharfkantige Quarzsande von derselben Korngröfse wie die unseres Sandsteinganges ein solches von mehr als 37 bis gegen 40 p. c. besitzen. Daraus geht schon hervor, dafs der Sand vor seiner Verfestigung durch Kalkspath eine Zusammenpressung erfahren haben mufs, durch die das natürliche Porenvolumen erheblich vermindert wurde, eine Zusammenpressung, die man wohl zwanglos auf den gewaltigen Seitendruck zurückführen kann, den die Wände der eben aufgerissenen Spalte bei ihrem Bestreben, sich wieder zu schliefsen, ausübten. Eine ausgezeichnete Bestätigung findet diese Anschauung in dem mikroskopischen Studium der Quarzkörner: schon bei der Auflösung des Bindemittels mit verdünnter Säure zeigt es sich, dafs der Rückstand nicht zu einem losen Sande zerfällt, sondern dafs die einzelnen Quarzkörner mit ihren Spitzen und Ecken so fest aneinander geschweifst sind, dafs es kräftiger mechanischer Nachwirkung bedarf, um ihren Zusammenhang zu lösen. Die mikroskopische Untersuchung dieser Partien lieferte eine vollständige Bestätigung, indem es sich zeigte, dafs die so verschweifsten Quarzkörner an ihren Grenzen so gut wie gar keine Diskontinuität besitzen. Auch diese Erscheinung ist unzweifelhaft auf mächtige Druckkräfte zurückzuführen, wobei wahrscheinlich der in Lösung hinzugeführte kohlensaure Kalk als Auflösungsmittel der Grenzmoleküle der Quarze eine gewisse Rolle spielte.

Auch das Alter dieses Sandsteinganges läfst sich mit grofser Sicherheit bestimmen, wenn man die Beschaffenheit seines sandigen Materials mit anderen Sanden und Sandsteinen der Umgebung vergleicht. Über dem heutigen Ausgehenden des Ganges lagert in grofser Mächtigkeit der diluviale Haidesand der Dresdener Haide. Das Material desselben ist von völlig anderer Zusammensetzung und von sehr mannigfacher Beschaffenheit; vor allem aber sind die Quarzkörner alle stark abgerollt und abgerundet. Auch der jüngere Sandstein der sächsischen Kreideformation, der sogenannte Überquader, kann unmöglich der Lieferant des Sandes gewesen sein, denn seine Körner sind stets gröber, und vor allen Dingen sind rosa gefärbte Quarze geradezu charakteristisch für ihn. Da auch im Liegenden des Pläners die dunkelgrauen bis schwarzgrünen glaukonitischen Sandsteine nicht in Frage kommen können, so bleibt nur eine einzige Formation übrig, und das ist das Oligozän. Noch jetzt sind oligozäne Sande und Kiese in der Nachbarschaft von Weinböhla in einzelnen kleinen Partien vorhanden, die vor der Zeit des Diluviums entschieden eine zusammenhängende, ausgedehnte Decke bildeten. Diese oligozänen Sande sind bald feinkörnig, bald grobkörnig, und die ersteren zeigen nun bei mikroskopischer Untersuchung in Gröfse, Form und optischem Verhalten der Quarzkörner, sowie in dem Fehlen fast aller anderen Mineralien die allergröfste Ähnlichkeit mit dem Material unseres Sandsteinganges. Aus dem Gesagten läfst sich die Geschichte dieses hochinteressanten Gebildes mit gröfster Sicherheit in der folgenden Weise feststellen: nach der Ablagerung der Plänerschichten und des Überquaders der jüngeren Kreideformation wurde ein grofser Teil dieser Sedimente in der jüngsten Kreide und im ältesten Tertiär durch Erosion wieder entfernt, worauf zur Zeit des Unteroligozän in einzelnen Seebecken und Flufsläufen Quarzkiese, Sande und Thone sich niederschlugen, die später auch wieder zum grofsen Teil durch Erosion entfernt wurden. Gegen das Ende des Unteroligozän begannen hier, wie in vielen Gebieten der Erde, Bewegungen im Boden; es leiteten sich kraftvolle tektonische Bewegungen ein, und als Vorläufer derselben treten Erdbeben auf. Bei einem dieser Erdbeben rifs der feste Plänerkalk, der von darüber lagernden, lockeren Sanden bedeckt war, zu einer Spalte auf, in die alsbald von oben her der Sand hineinstürzte, sodafs das Wiederverschliefsen der Kluft unmöglich wurde, während der bei diesem Versuche ausgeübte Druck eine mächtige Zusammenpressung der Ausfüllungsmasse zur Folge hatte. Kurze Zeit nach seiner Entstehung, die also in das Ende der Unteroligozänzeit fällt, hatte sich der Sand des Ganges bereits durch Kalk-

spath zu einem festen Gestein verkittet, und als nun die gewaltige Störung einsetzte, als deren Ergebnis wir die Lausitzer Überschiebung vor uns sehen, entstand, was bei der unmittelbaren Nachbarschaft dieses mächtigen Phänomens nicht zu verwundern ist, eine Zertrümmerung des Sandsteinganges und eine Verschiebung sowohl im horizontalen, wie im vertikalen Sinne, durch die die einzelnen Teile desselben von neuem getrennt wurden. Gleichzeitig wurde das Gestein in sich mit einem Netzwerke von Trümmerspalten durchzogen, auf denen später wieder feinere und stärkere Adern von Kalkspath auskristallisierten. Im jüngeren Tertiär wurden dann weitere Teile des Turon und Oligozän entfernt, aber ein günstiger Zufall liefs unter einer Decke von diluvialem Haidesand den Sandsteingang als Zeugen vergangener Erdbeben bis zum heutigen Tage bestehen. K.

Berichtigung.

Die Abbildung auf Seite 35 ist durch ein Versehen leider verkehrt eingesetzt worden. Deméntsprechend müssen die Bezeichnungen ebenfalls in umgekehrter Reihenfolge stehen, das oberste Spektrum ist also das des Calciums, das unterste dasjenige der Sonne; ebenso müfsten die über der Abbildung befindlichen Buchstaben links mit A beginnen. Indem wir den freundlichen Leser um entsprechende Korrektur ersuchen, bitten wir für das störende Versehen um Entschuldigung. Die Redaktion.



Prof. Dr. L. Grunmach: Die physikalischen Erscheinungen und Kräfte. Leipzig 1898, Verlag von Otto Spamer.

Das vorliegende Werk ist ein Sonderabdruck aus dem zweiten Bande des allbekannten Buches der Erfindungen, der aufserdem noch die Abschnitte „Mechanik“ und „Kraftmaschinen“ enthält, die freilich unseres Erachtens gleichfalls unter den Titel des Sonderabdrucks fallen, deren Abtrennung daher wohl nur deshalb erfolgte, weil sie einen anderen Autor haben. — Die neue Bearbeitung des auch bisher schon als ausgezeichnet bekannten Werkes zeigt zahlreiche, recht in die Augen fallende Verbesserungen oder vielmehr richtiger eine gänzliche Neugestaltung. Abgesehen von einer gründlichen und sachgemäfsen Revision beziehungsweise Neuschaffung des Textes ist namentlich auch die Zahl guter Illustrationen erheblich gestiegen, sodafs hierin wohl ziemlich das denkbar Beste erreicht ist. Eine grofse Zahl von guten Portraits bedeutender Forscher sowie von Ansichten moderner, wissenschaftlicher Instrumente wird das Buch selbst dem Fachmann, dem der Text nichts wesentlich Neues bieten kann, wertvoll machen. Berühmte Refraktoren z. B. sind auf einer besonderen Tafel zusammengestellt, darunter auch der Urania-Refraktor und das Pariser Équatorial coudé. Die fünf der Stückrathschen Vakuum-Wage gewidmeten Illustrationen werden vorwiegend den weiter vorgeschrittenen Leser interessieren, während sie dem Anfänger zwar nicht in allen Teilen verständlich sein, aber doch immerhin einen Begriff von dem Worte „Präcisionsmessung“ beibringen werden, wie er durch Auseinandersetzungen mit Worten gar nicht zu erzielen wäre. — Nach alledem zweifeln wir nicht, dafs das Buch auch in seiner neuen Gestalt seinen grofsen Interessentenkreis voll befriedigen wird, mögen auch manche früher breiter behandelten Abschnitte, wie z. B. die überseeische Telegraphie und die musikalischen Instrumente zu Gunsten der Hertzschen Wellen, Tesla-Ströme, Röntgenstrahlen und ähnlicher aktueller Neuheiten zu kurz gekommen sein.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Photographie eines Bandblitzes.
Aufgenommen auf der Sternwarte zu Hamburg
von G. A. L. Rümker.

Himmel und Erde.

Keplers Traum vom Mond.*)

Von **Ludwig Günther** in Stettin.

Das uns von unserem grofsen Astronom hinterlassene Werk über die Astronomie des Mondes ist wohl die merkwürdigste Schrift aus der Reformationszeit der Sternkunde: gleich merkwürdig wegen ihres Inhalts, wie wegen ihres Geschickes.

Schon bevor er die Astronomie zu seinem Lebensberufe erkor, zu der Zeit, wo er in Tübingen noch dem Studium der Theologie oblag, beschäftigte sich Kepler mit der Beobachtung des Mondes, und hier schon mag ihm der erste Gedanke zu seinem „Traum" gekommen sein. Einige Jahre später — 1593 — verfafste er einige Thesen über die Himmelserscheinungen auf dem Monde, welche er dann in einer öffentlichen Disputation verteidigte. Diese Thesen selbst sind verloren gegangen; man darf aber annehmen, dafs Kepler sie, wenigstens zum Teil, in seinen „Traum" aufgenommen hat.

In einer Abhandlung über Galileis Sternboten, die er 1610 veröffentlichte, sagt er u. a. nach einer Besprechung der Meinung Plutarchs von den Mondflecken: „Diesen Fragen gab ich mich im vorigen Sommer so sehr hin, dafs ich eine neue Astronomie, gleichsam für Mondbewohner schuf." Hiernach wird Kepler den Text unseres Buches ungefähr um das Jahr 1609 vollendet haben. Dieser enthält in kurzen Umrissen diejenigen astronomischen Erscheinungen, welche ein Beobachter auf dem Monde haben wird. Mit der Absicht ausgeführt, sich die Kopernikanische Lehre in all ihren Konsequenzen klar zu machen und sich dadurch, dafs er im Geiste einen aufserhalb der Erde be-

*) Kommentierte Ausgabe von Joh. Keplers posthumem Werke „Ueber die Astronomie des Mondes". Verlag von B. G. Teubner in Leipzig. 1898.

findlichen Standpunkt wählte, von der Augentäuschung der scheinbaren Bewegungen zu befreien, diente dieser Text zunächst wohl nur dem Zwecke der Selbstbelehrung. Das macht es wenigstens verständlich, dafs Kepler nach der Vollendung in seinen Schriften den „Traum“ lange Zeit nicht erwähnt. Erst im Jahre 1620 beginnt er wieder, sich mit seiner Jugendarbeit zu beschäftigen, und wir erfahren durch einen Brief vom 9. Dezember 1623 an seinen Freund Bernegger, welche Pläne er damit verfolgte. „Meine Astronomie des Mondes“, schreibt er, „habe ich vor 2 Jahren umzuprägen oder vielmehr durch Zusätze zu erläutern begonnen. Es sind darin so viele Probleme als Zeilen, welche mit Hülfe teils der Astronomie, teils der Physik, teils der Geschichte gelöst sein wollen. Aber wer wird es der Mühe wert halten, sie aufzulösen? Deshalb habe ich beschlossen, in Noten, welche fortlaufend dem Texte folgen, sie alle aufzulösen. Hat Campanella von dem Reich der Sonne geschrieben, warum ich nicht von dem des Mondes? Thue ich nicht recht, wenn ich die cyclopischen Sitten unserer Zeit lebhaft schildere, aber zur Vorsicht die Erde verlasse und mich in den Mond begebe?“

Bernegger ermunterte ihn, das Werk doch ja bald der Öffentlichkeit zu übergeben. Aber sei es, dafs wichtige Arbeiten ihn abhielten, sei es, dafs andere Gründe ihn zur Zurückhaltung bestimmten, erst Ende des Jahres 1629 war das Buch vollendet. „Was wirst Du sagen“, schreibt er, wiederum an Bernegger, „wenn ich Dir meine „Astronomie des Mondes“ zueignete“? Verjagt man uns von der Erde, so wird mein Buch als Führer den Pilgern zum Monde nützlich sein . . . . .“

Das ist alles, was wir in Keplers Schriften über seinen „Traum“ finden. In seiner letzten Äufserung spricht er ahnend sein baldiges Hinscheiden aus: er selber ist bald darauf ein Pilger in den Mond geworden! Haben wir so die Entstehung des merkwürdigen Buches aus Keplers eigenen Worten erfahren, so hören wir aus denen seines Sohnes Ludwig die weiteren Schicksale.

Danach mufs Kepler noch in Sagan, nicht lange vor seiner sorgenvollen Reise nach Regensburg, wo er am 15. November 1630, all seiner Hoffnung beraubt, die müden Augen schlofs, den Druck des Buches begonnen haben. Nach seinem Tode nahm Jakob Bartsch, Keplers Eidam, die Fortsetzung des Druckes in die Hand, aber — ein eigentümliches Verhängnis — auch Bartsch starb vor der Beendigung. Nun fiel die Sorge der Drucklegung auf Ludwig, der es für Sohnespflicht hielt, den Ruhm seines grofsen Vaters der Nach-

welt unverkürzt zu überliefern. Ludwig hat dem Buche auch den selenographischen Anhang beigegeben, einen gleichfalls durch Noten erläuterten Brief, den Kepler nach Betrachtung des Mondes im Fernrohr an den Jesuiten Guldin schrieb. Der Brief ist nicht datiert, er stammt aus Linz und ist wahrscheinlich gleich nach 1623 geschrieben.

So erschien das Buch endlich im Jahre 1634 in lateinischer Sprache zu Frankfurt a. M. im Selbstverlag der Erben Keplers. Auch über der Verbreitung waltete ein trübes Schicksal. Der „Traum“ erschien zu einer Zeit, wo die kriegerischen und politischen Ereignisse fast ganz Europa beherrschten, wo Unwissenheit und der krasseste Aberglaube jedem Versuch der Aufklärung und des Fortschritts entgegentraten. Hätte so eine zweifelhafte Aufnahme des von Kepler hinterlassenen Werkes damals eine gewisse Berechtigung gehabt, so ist es befremdend, dafs auch heute noch, wo die übrigen Werke Keplers längst die verdiente Anerkennung gefunden, der „Traum“ vergessen und verkannt geblieben ist. Man hielt und hält ihn für ein mystisches Werk, und die Sprache, in der er geschrieben, ist auch für die Allgemeinheit wenig geeignet, dies Mifsverständnis zu klären. Selbst Breitschwert, ein sonst begeisterter Biograph Keplers, hält das Buch für eine Schrift nicht astronomischen Inhalts, für eine Zeit-Satyre, eine beifsende Schilderung der Gebrechen des damaligen Menschengeschlechts, in Kunstausdrücken verhüllt. — Gewifs, Kepler wollte, wie er sich treffend ausdrückt, die cyclopischen Sitten seiner Zeit, das heifst die einäugigen Ansichten derer, die nicht mit offenen Augen sehen wollen, sondern fanatisch und immerfort am schalen Zeuge des Althergebrachten kleben, geifseln, und in der poetischen Einkleidung bringt er diese löbliche Absicht in geistsprühender Weise zur Ausführung; aber in dem Hauptteil ist das Buch eine in schönste Form gekleidete, eminent astronomische Offenbarung, das Hohe Lied der Kopernikanischen Lehre!

Das ganze Werk zerfällt in drei in gleich genialer Weise durchgeführte Abschnitte: den Traum, den Kepler fingiert, um auf den von ihm gewünschten Standpunkt zu gelangen, und der gleichsam den poetischen Rahmen bildet, die Allegorie zur Verherrlichung der Astronomie des Kopernikus und die eigentliche Mondastronomie. Hierin giebt er uns eine methodische Untersuchung aller die wechselseitigen Beziehungen zwischen Erde und Mond betreffenden Fragen; er streift dabei fast alle Gebiete des Wissens und bietet uns eine naturgemäfse Entwickelung derjenigen Betrachtungen, die er in seinen früheren Werken zerstreut und nur gelegentlich ausgeführt hat.

Nimmt man hinzu, dafs er an diesem seinem Lieblingswerke während seines ganzen, thätigen Lebens gearbeitet, gewissermafsen alle seine Erfahrungen darin niedergelegt hat, so dürfen wir das „Somnium“ nicht allein als eine auf Kopernikanischen Prinzipien begründete Mondastronomie, sondern vielmehr als ein Kompendium der Keplerschen Werke überhaupt ansehen.

Indem ich bezüglich der ersten beiden Abschnitte auf mein Buch selbst verweise, möchte ich hier von der eigentlichen Mondastronomie eine allgemeine Übersicht geben:

Nachdem wir Mondreisenden den Abgrund zwischen Erde und Mond auf einer aus dem Erdschatten erbauten, schwerelosen Brücke unter mancherlei Beschwerden überschritten, zeigt Kepler uns zunächst den Fixsternhimmel des Mondes, den wir verwundert mit dem unsrigen als völlig gleich erkennen. Dennoch wird die Bewegung der Planeten ganz anders als von der Erde aus gesehen, so dafs auf dem Monde eine von der unsrigen sehr abweichende Astronomie herrscht.

Aufser denjenigen Kreisen, die speziell dem Mondglobus zukommen, wie Divisor oder Teilkreis, Medivolvan u. s. w., deren Definition wir erfahren, kann man auch solche Kreise, die denen auf unserer Erde ähnlich sind, wie Äquator, Parallelkreise, Meridiane, auf dem Monde ziehen, indessen fallen die Ebenen dieser Kreise hier und dort nicht zusammen.

Den Mondbewohnern erscheint die Erde als eine am Himmel sich fortwährend um eine feststehende, gleichbleibende Achse wälzende — volvierende — Kugel; sie ist aus diesem Grunde „Volva“ genannt. Hieraus bildet nun Kepler, echt astronomisch, diejenigen Ausdrücke, wofür die Erdbeschreibung kein Analogon hat. Er teilt die ganze Mondoberfläche in 2 Hemisphären, die durch den Divisor oder Teilkreis getrennt sind: in eine der Erde zugewandte, die subvolvane, und eine der Erde abgewandte, die privolvane, und entsprechend nennt er die Bewohner der ersteren Subvolvaner, die der anderen Privolvaner. Ferner bezeichnet er die Linie, die durch die Mittelpunkte der beiden Hemisphären und die Pole geht, mit dem Namen Medivolvan; dieselbe vertritt etwa die Stelle unseres ersten Meridians.

Zunächst werden nur diejenigen Erscheinungen betrachtet, welche beiden Hemisphären gemeinsam sind. Zwar kennt man dort auch den Wechsel zwischen Tag und Nacht, allein diese nehmen nicht zu und ab, wie bei uns, sondern sind sich immer fast ganz gleich; Tag und Nacht zusammen kommen ungefähr einem unserer Monate gleich.

Die Jahreszeiten sind, obgleich man auch eine Art Sommer und Winter kennt, an Verschiedenheit mit den unsrigen nicht zu vergleichen, auch fallen sie für einen und denselben Ort nicht immer auf dieselbe Zeit des Jahres; unter dem Äquator verschwindet der Wechsel der Jahreszeiten beinahe ganz, weil die Sonne sich in diesen Gegenden nicht über 5° hin- und herbewegt. Daher fehlen auf dem Monde — Levania nennt Kepler ihn, nach dem hebräischen Wort Lebana — auch die den unsrigen entsprechenden 5 Zonen; es giebt dort nur eine heiſse und zwei kalte. Die Ekliptik haben die Levanier gemeinsam mit uns, da sie sich mit der Erde um die Sonne bewegen.

Was nun die einzelnen Halbkugeln für sich betrifft, so besteht zwischen ihnen ein sehr groſser Unterschied. Denn da der Mond uns stets dieselbe Seite zukehrt, so sieht auch nur allein diese Seite, die subvolvane Hemisphäre, die Erde oder Volva, die für sie die Stelle unseres Mondes vertritt; die andere, die privolvane Hemisphäre, aber ist für ewig des Anblickes der Volva beraubt. Und die Gegenwart oder Abwesenheit der Volva bewirkt nicht allein verschiedene Erscheinungen, sondern die gemeinsamen Phänomene haben hier und dort verschiedene Wirkungen.

Das weitaus groſsartigste Schauspiel, das die Subvolvaner genieſsen, ist der Anblick ihrer Volva. Wie mit einem Nagel ans Himmelszelt geheftet, steht sie für einen bestimmten Ort unverrückbar fest, mit einem fast 4 mal so groſsen Durchmesser als unser Mond, dessen Scheibe sie also inhaltlich 13 mal übertrifft, und hinter ihr ziehen langsam die Gestirne und auch die Sonne vorüber. Ähnlich wie wir Polhöhe und Länge, benutzen die Levanier die Richtung nach ihrer Volva zur sicheren Ortsbestimmung. Denjenigen nämlich, die im Mittelpunkt der subvolvanen Hemisphäre wohnen, erscheint sie genau im Scheitel, anderen, die am Teilkreis hausen, am Horizont, den übrigen zwischen diesen Stellungen; für jeden Ort aber hat sie eine ganz bestimmte feststehende Höhe.

Wie unser Mond nimmt aus gleicher Ursache auch die Volva zu und ab; auch die Zeit ist dieselbe, indessen zählen die Mondbewohner anders als wir: sie bezeichnen die Zeit, während welcher sich Wachstum und Abnahme vollzieht, als Tag und Nacht, eine Periode, die wir Monat nennen. So unterscheiden sie die Stunden ihrer Tage nach den verschiedenen Phasen der Volva, und selbst in der Nacht, welche 14 unserer Tage und Nächte dauert, sind sie viel besser als wir im stande, die Zeit zu messen, denn auſser jener Aufeinanderfolge der Volvaphasen bestimmt ihnen die Volva an sich schon die Stunde. Obgleich sie sich nämlich nicht von der Stelle zu bewegen scheint,

so dreht sie sich, im Gegensatz zu unserem Mond, doch an ihrem Platze um sich selbst und zeigt der Reihe nach einen wunderbaren Wechsel von Flecken, so zwar, dafs diese von Osten nach Westen gleichmäfsig vorüberziehen. Die Zeit nun, in welcher dieselben Flecken zur alten Stelle zurückkehren, wählen die Levanier zu einer Zeitstunde, und diese, etwas länger als bei uns die Dauer von 24 Stunden, ist das sich ewig gleichbleibende Zeitmafs.

Nachdem Kepler das Wesen und die Gestaltung der Volvaflecken beschrieben und weitere Vorteile angeführt hat, u. a. auch den, dafs die Levanier aus den Flecken auch Schlüsse auf den jedesmaligen Stand der Sonne im Tierkreis ziehen können, geht er zu den Sonnen- und Volvaverfinsterungen über. Sie kommen auf Levania zu eben denselben Zeiten vor, wie auf der Erde, indessen aus gerade entgegengesetzten Gründen. Wenn nämlich für uns die Sonne verfinstert erscheint, so ist es bei den Levaniern die Volva, und umgekehrt, wenn wir eine Mondfinsternis haben, ist ihnen die Sonne verfinstert. Eine totale Volvafinsternis sehen die Subvolvaner niemals, sondern für sie bewegt sich durch die leuchtende Volvascheibe nur ein kleiner schwarzer Fleck, der seinen Weg von Osten nach Westen nimmt. Für eine Sonnenfinsternis ist bei ihnen die Volva der Grund, wie für uns der Mond. Da nun die Volva für die Subvolvaner einen 4 mal so grofsen scheinbaren Durchmesser hat als die Sonne, so mufs diese bei ihrem Lauf notwendig sehr häufig hinter der Volva verschwinden, so zwar, dafs letztere bald einen Teil, bald die ganze Sonne verdeckt. Wenn aber auch eine totale Sonnenfinsternis häufig vorkommt, so ist sie doch bemerkenswert, weil sie oft einige unserer Stunden dauert und deshalb an Grofsartigkeit und Schrecknissen der unsrigen weit überlegen ist.

Zum Schlufs wendet Kepler sich zur Beschreibung der Mondoberfläche und der Geschöpfe auf derselben. Er prüft eingehend die Beweise Mästlins, die das Vorhandensein von Luft und Wasser auf dem Monde darthun sollen, und wenn er sie auch schliefslich billigt, so erkennt man doch aus seinen Auseinandersetzungen, dafs er sich den Gründen Mästlins nur bedingungsweise anschliefst.

Interessant sind die Schilderungen, die Kepler von der Gestaltung der Mondoberfläche vor und nach Betrachtung durch ein Fernrohr giebt. Obgleich ganz Levania nur ungefähr 1400 deutsche Meilen im Umfang hat, so hat es doch sehr hohe Berge, sehr tiefe und steile Thäler und steht so unserer Erde in Bezug auf Rundung sehr viel nach; stellenweise ist es stark porös und von Höhlen und

Löchern gleichsam durchbohrt. In der Beigabe des Buches, eben in dem Briefe, den er nach Beobachtung des Mondes im Fernrohr an Guldin schrieb, geht er auf die einzelnen Konfigurationen der Mondoberfläche näher ein; er beschreibt uns ganz richtig die Krater, Höhlen, Gebirgszüge, Meere u. s. w., so dafs wir hierin und besonders in den dazu gegebenen Thesen das bedeutendste der selenographischen Forschung damaliger Zeit erkennen. Wenn er schliefslich zu dem Resultat gelangt, dafs einzelne, vorzugsweise rund gestaltete Formen das Produkt vernunftbegabter Wesen sein müfsten, so ist das mit in den Anschauungen seiner Zeit begründet, und diesem Glauben sind auch wohl die Deduktionen entsprungen, die er über die Lebewesen auf Levania giebt. „Alles, was der Boden hervorbringt, oder was darauf einherschreitet, ist ungeheuer grofs. Das Wachstum geht sehr schnell vor sich. Alles hat nur ein kurzes Leben, weil es sich zu einer so monströsen Körpermasse entwickelt. Die meisten sind Taucher, alle sind von Natur sehr langsam atmende Geschöpfe, können also ihr Leben tief am Grunde des Wassers zubringen. Dort und in den Höhlen finden sie Schutz vor den glühenden Sonnenstrahlen. Im allgemeinen kommt die subvolvane Halbkugel unseren Dörfern, Städten und Gärten, dagegen die privolvane unseren Feldern, Wäldern und Wüsten gleich."

Das sind in grofsen und allgemeinen Zügen die Gedanken, die Kepler in seinem „Traum" niedergelegt hat. Je mehr man sich darin vertieft, um so mehr erkennt man die hohe Bedeutung, aber auch die Probleme und Rätsel, die darin verborgen, und wenn Kepler sie zum Teil auch in seinen Noten gelöst und näher ausgeführt hat, — er, der nur die „Geister" zu vergnügen wufste, hat dabei der „Leiber" wenig gedacht. Und doch auch die grofse Menge würde ihre Freude an den grofsen Gedanken Keplers haben! Ich habe nun versucht, in meiner Ausgabe die von Kepler gegebenen Anregungen weiter zu begründen, sie zum Teil aus seinen eigenen Werken auf ihren Ursprung zurückzuführen, zum Teil weiter zu verfolgen und Reflexionen daran vom Standpunkte der neueren Errungenschaften auf diesem Gebiete zu knüpfen, wobei ich mich bemühte, meine Ansichten in gemeinverständlicher Ausdrucksweise vorzutragen. So glaube ich, dafs ich dem Buche das hinzugefügt habe, was geeignet sein wird, es nicht allein dem Fachmann, der doch manches, besonders geschichtlich Neue darin finden dürfte, beachtenswert erscheinen zu lassen, sondern den Inhalt auch dem Naturfreunde und gebildeten Leser verständlich zu machen.

Es sei mir gestattet, hier einige Auszüge aus meinen Kommentaren anzuführen, um zu zeigen, in welcher Weise ich meine Aufgabe zu lösen bestrebt war. Mit der Bemerkung, dafs der Mond denselben Fixsternhimmel habe wie die Erde, nahm Kepler Gelegenheit, den Grundgedanken seines Buches, den Sieg der kopernikanischen Lehre, hervorzuheben. Man hat thatsächlich gegen die Möglichkeit einer Bewegung der Erde die Unveränderlichkeit der Lage der Fixsterne angeführt, und sogar Tycho Brahe hat diesen Einwand oder, wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, das Fehlen einer Fixstern-Parallaxe gegen das kopernikanische Planetensystem geltend gemacht. Kepler aber hat diese Erscheinung richtig gedeutet: er behauptete kühn, dafs der ganze Durchmesser der Erdbahn gegenüber der ungeheuren Entfernung der Fixsterne zu einem blofsen Punkt zusammenschrumpfe und aus diesem Grunde eine Fixstern-Parallaxe auch nicht gefunden werden könne. Diese Thatsache, die Kepler, wie viele andere noch, allein durch die alles durchdringende Schärfe seines Verstandes ergründete, ist später vollauf bestätigt. Man hat nach Vervollkommnung der Beobachtungsinstrumente Fixstern-Parallaxen gefunden und daraus berechnet, dafs der uns nächste Fixstern — α Centauri — doch noch $4^2/_3$ Billionen Meilen von uns entfernt ist. Damit war zugleich der Beweis der Bewegung der Erde auch nach dieser Richtung erbracht. Ist also die ganze Erdbahn nur ein Punkt im Weltall, wieviel mehr mufs dasselbe von der Mondbahn gelten, und wenn Kepler mit seinem Ausspruch die unendliche Ausdehnung des Himmelsgewölbes vor Augen führt, wie unwahrscheinlich mufste da dessen tägliche Umwälzung um die winzige Erdkugel erscheinen?

Die Ungleichheit der Tage und Nächte, die Verschiedenheit der Jahreszeiten, die Ausdehnung der Zonen auf dem Monde führt Kepler ganz richtig auf die Schiefe der Ekliptik, d. h. den Winkel zurück, den die Ebene des Äquators mit der der Ekliptik bildet, und findet, dafs diese äufserst gering sein müssen. Er bestimmt den Winkel, den die Ebene der Mondbahn mit der Ekliptik bildet, zu 5^0, wie es in der That auch der Fall ist; aber damit, dafs er die Ebene der Mondbahn als zusammenfallend mit der des Mondäquators, also den Winkel zwischen Mondäquator und Ekliptik gleichfalls mit 5^0 annimmt, befand er sich noch in einem wohl verzeihlichen Irrtum. Nach den neuesten Messungen bildet nämlich der Mondäquator mit der Mondbahn einen Winkel von $6^1/_2{}^0$, und daraus folgt, dafs der Mondäquator mit der Ekliptik in einem Winkel von nur $1^1/_2{}^0$ steht. Dadurch wird alles, was Kepler hieraus bezüglich der Tage, Nächte,

Jahreszeiten, Zonen u. s. w. folgert, in noch erhöhtem Mafse statthaben: es wird auf dem Monde stets nahezu ein Zustand herrschen, wie bei uns zur Zeit der Äquinoktien, wenn wir uns in den Schnittpunkten des Himmelsäquators und der Ekliptik befinden.

Überraschend sind Keplers Ansichten bezüglich der Schwere, die wir in seiner Beschreibung der Reise in den Mond finden: „Ohne Zweifel", sagt er, „kommt der Körper bei einem so weiten Weg aus dem Kreis der magnetischen Wirkung der Erde heraus in die des Mondes hinein, letztere erhält also das Übergewicht". Ferner: „Indem die magnetische Wirkung von Erde und Mond durch gegenseitige Anziehung die Körper in der Schwebe halten, ist es gleichsam, als ob keine von beiden anziehe", und weiter: „Der Stofs ist nicht stark, wenn der Körper, der gestofsen wird, leicht nachgiebt; eine bleierne Kugel wird mehr erschüttert als eine steinerne, weil bei gröfserem Gewicht auch der Widerstand gröfser ist, welchen sie dem anstofsenden Körper entgegensetzt". Die Schwere, worüber er in der Einleitung zu seinem Werke „Von der Bewegung des Mars" sehr interessante Thesen aufstellt, definiert er ganz richtig „als eine Kraft, die dem Magnetismus ähnlich ist, der mit der Attraktion in Wechselwirkung steht. Die Gewalt dieser Anziehung ist gröfser unter nahestehenden als unter entfernteren Körpern". Man erstaunt, wie nahe er hier dem Gedanken der allgemeinen Schwere kommt; zwar nahm er nicht eine Gravitation im Sinne Newtons an, wohl aber einen Weltmagnetismus, welcher die Himmelskörper durch gegenseitige Anziehung verbindet. Er hatte — beinahe 100 Jahre vor Newton — bemerkt, dafs die Kraft, mit welcher die Sonne alle Planeten um sich hält, in gröfseren Entfernungen von ihr immer kleiner werden müsse, weil die weiter von ihr abstehenden Planeten sich immer langsamer bewegen; ja, er stellte die Mutmafsung auf, dafs diese Kraft der Sonne auf die Planeten sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung dieser Planeten von der Sonne verhalten könnte. Es fehlte nur noch, von der Vermutung zur Rechnung überzugehen, um seinem Werke die Krone aufzusetzen. Im weiteren Verlauf seiner Deduktionen führt er bestimmt die Ebbe und Flut als einen Beweis an, dafs die anziehende Kraft des Mondes sich bis zur Erde erstrecke, und betont, dafs auch die Sonne ihren Anteil an der Erzeugung der grofsen irdischen Gezeitenwelle haben mufs.

Ich kann diese interessante Materie des beschränkten Raumes wegen hier nur im engsten Auszuge geben, und verweise für das Weitere, ebenso wie bezüglich anderer, eigentümlicher Betrachtungen

Keplers, wie der selenographischen Einteilung der subvolvanen Hemisphäre des Mondes, der Erklärung der Planetenbewegung in Ellipsen, der Störungen im Mondlauf, der selenographischen Ortsbestimmung u. s. w. auf mein Buch selbst.

Nur auf die Mondflecken möchte ich noch kurz eingehen, weil sie so in die Augen springend sind, dafs sie gewifs schon die Phantasie auch eines nur flüchtigen Beobachters erregt haben werden. Kepler sagt in seiner prägnanten Weise: „Von den Flecken im Monde schliefsen wir auf die Beschaffenheit der Mondoberfläche als zusammengesetzt aus Nassem und Trockenem“.

Plutarch war der erste, der die Färbungen auf der Mondscheibe als Unebenheiten der Oberfläche erkannte und bestimmt aussprach, dafs die Flecken Meere und Ebenen seien. Dieser Meinung widersprach Kepler noch zu der Zeit, als er den Text seines „Traums“ schrieb, und zwar hielt er die dunklen Stellen für Land und die hellen für Wasser. Erst später änderte er seine Ansicht und sah — wie aus seinen Noten hervorgeht — nun in den dunklen Partien ebene, in den hellen dagegen koupierte Flächen, was noch heutigen Tags als zutreffend anerkannt werden mufs. Aber Kepler begnügt sich nicht hiermit, sondern er macht daraufhin auch Rückschlüsse: „Andererseits gestehe ich meinen Mondbewohnern aus der Umkehrung meines Schlusses zu, dafs, da ja die Oberfläche der Erde auch Berge und Meere hat, sie den Bewohnern des Mondes ebenfalls den Anblick von Flecken im Hellen darbietet“. Und nun giebt er uns eine fesselnde Schilderung von dem Anblick, den die Mondbewohner von ihrer Volvascheibe haben werden, indem er aus den einzelnen Erdteilen Bilder, die unserer Vorstellung geläufig sind, zusammenstellt. Sein morphologischer Blick macht Afrika zu einem männlichen Kopf, dem sich Europa in Gestalt eines Mädchen mit langwallendem Gewande zum Kusse hinneigt; Süd-Amerika ist ihm eine Glocke mit Klöppel (Patagonien), die an einem Stricke (Central-Amerika) hin- und herschwingt u. s. w. Und wie glücklich seine Phantasie ist, erkennt man, wenn man den betreffenden Ländercomplex auf einer Landkarte aus einiger Entfernung ansieht. Ich habe in meinem Buche, angeregt durch die Ideen Keplers, ein Bild der Volvascheibe in einer Stellung, in der sie sich dem Beschauer am grofsartigsten präsentieren dürfte, entworfen: zur Zeit, wo die Sonne im Krebs steht und die Volva dem Monde die Spitze ihres Nordpols zuwendet. Ich glaube damit meinen Lesern wenigstens einen Begriff von dem überwältigenden Eindruck verschafft zu haben, den die inhaltlich 13 mal unsere Mondscheibe

übertreffende, in majestätischer Ruhe vor einem tiefschwarzen Hintergrund thronende, hell erleuchtete Volva auf die Levanier ausüben mufs.

Die Schilderung der Lebewesen auf dem Monde, wie Kepler sie in seinem „Traum" giebt, mufs man nicht etwa, wie das wohl geschehen, als Fabeleien und Spekulationen auffassen. Einen bedeutsamen Faktor, der auch heute noch bei der Entscheidung über die Bewohnbarkeit eines fremden Weltkörpers mafsgebend sein würde, glaubte er für sich zu haben: die Gewifsheit des Vorhandenseins von Luft und Wasser, und es konnte sich für ihn nur noch darum handeln, seine Mond-Lebewesen den übrigen Verhältnissen anzupassen. Wie er in dieser Beziehung alles „nach üblichem Brauch" mit einer seiner Zeit oft weit vorahnenden Einsicht bestimmt hat, ist immerhin anzuerkennen, so phantastisch auch auf den ersten Blick seine Äufserungen zuweilen erscheinen mögen.

Sollten wir heute die Frage der Bewohnbarkeit des Mondes vom rein astronomischen Standpunkte aus beantworten, so würden wir, wenn wir auch kaum nach anderen Prinzipien, als Kepler es gethan, verfahren könnten, freilich zu einem ganz anderen Schlufs gelangen. Luft und Wasser sind auf unserem Satelliten so gut wie nicht vorhanden; verbesserte Beobachtungsinstrumente haben uns gezeigt, dafs die Erscheinungen auf dem Monde doch wesentlich verschieden von denen sind, wie sie unsere Vorfahren sahen und beobachteten. Die Jahres- und Tageszeiten, sowie die klimatischen Verhältnisse sind von den unsrigen ganz abweichend, und endlich ist die Gravitation nur $^1/_6$ so grofs wie auf der Erde. Berücksichtigt man alle diese Umstände, so wird man logischer Weise zu der Überzeugung kommen, dafs auf dem Monde von menschlichen Wesen, was wir darunter verstehen, überhaupt von lebenden Organismen, die denen unserer Erde auch nur im entferntesten ähnlich sehen, füglich nicht die Rede sein kann. Der Sinn dieses Schlusses liegt auch in der Keplerschen Beschreibung der Endymioniden. Er giebt ihnen wohl, und das mit Recht, die geistigen Eigenschaften der Erdbewohner, aber die körperlichen Organe läfst er kluger Weise ziemlich unerörtert oder hüllt sie sorgsam in das blendende Gewand phantastischer Ungeheuerlichkeiten. Es ist ja noch nicht erwiesen, dafs lebende Wesen auf dem Monde überhaupt nicht vorhanden seien; ja es ist sogar im höchsten Grade wahrscheinlich, dafs nicht der Mond allein, sondern jeder Weltkörper lebende Wesen beherbergt, da gar kein Grund abzusehen ist, aus welchem die Erde einen so ungemeinen Vorzug ausschliefslich in Anspruch nehmen könnte. Aber wenn Lebensformen auf einem fernen Weltkörper be-

stehen, so sind es nicht Nachbildungen oder durch planetare Verhältnisse modifizierte Metamorphosen einer oder mehrerer Urtypen, sondern freie Schöpfungen, nur denjenigen Welten angemessen, die sie bewohnen.

Die hohe Bedeutung der von Kepler kritisierten Beweise Mästlins für die Existenz einer Mondatmosphäre, sowie der Thesen Keplers über die Topographie des Mondes habe ich eingangs schon hervorgehoben: sie gehören wissenschaftlich und historisch zu dem Bedeutendsten des „Somnium“.

Wenn Kepler Schlüsse bezüglich der Entstehung der Mondgebilde zieht, die mit unseren neueren, auf eingehenderen und unter ganz anderen Voraussetzungen und Verhältnissen gemachten Beobachtungen gegründeten Ansichten nicht zu vereinbaren sind, so darf uns das nicht Wunder nehmen. Kepler selbst würde, wenn er heute unter uns träte, der erste sein, der rückhaltlos seinen Irrtum eingestände. Aber das eine müssen wir doch anerkennen, dafs er in der Unterscheidung zwischen dem, was durch die Thätigkeit vernunftbegabter Wesen, und dem, was unter dem unabweislichen Zwang der Elemente entstanden sein mufste, Kriterien für die Beurteilung der Bewohnbarkeit fremder Himmelskörper giebt, die auch heute noch als völlig richtig gelten dürften. Es ist unzweifelhaft, dafs die Seleniten nach diesen Grundsätzen bezüglich unserer Erde verfahren und damit auch zu einem zutreffenden Resultat gelangen würden. Denn die aus der Arbeit vernunftbegabter Wesen und dem Zwang der Elemente resultierenden Veränderungen unserer Erdoberfläche, wie Kepler sie an einigen Beispielen erklärt, vollziehen sich stetig seit Urzeiten.

Die Voraussetzung, die diese Kräfte notwendig haben müssen, dafs sie nämlich nur auf einem lebenden und belebten Himmelskörper thätig sein können, war für Kepler gegeben, und so war es nur eine berechtigte Konsequenz, sie auch als wirksam auf dem Monde anzunehmen.

Wir Epigonen wissen zwar, dafs unser Nachbar ein Weltkörper ohne Luft und Wasser, ein trockenes, nacktes Felsengerippe ist, auf welchem nach unseren Begriffen weder Vegetation, noch Leben, noch irgend eine Bewegung, sondern nur ewige Ruhe und Grabesstille herrscht. Aber wir wissen auch, dafs er nicht immer in diesem Zustand war. Vielleicht hat er sich selbst überlebt und ist nach einer glänzenden Vergangenheit nun als unbrauchbare Schlacke aus der Reihe bewohnter Welten herausgetreten, ein Schicksal, das unserem Wohnsitz höchstwahrscheinlich noch bevorsteht! Vielleicht befindet er sich zur Zeit in einer Art von Verpuppung, einem neuen, besseren Leben, seiner Auferstehung entgegenschlummernd! — Wer weifs es!? —

Das Märchenland des Yellowstone.

Von Dr. P. Schwahn in Berlin.

(Schlufs.)

Unser Weg folgt dem südlichen Arme des Feuerlochflusses bis zu einer Stelle, wo auf dem jenseitigen Ufer des Stromes ein niedriger, mit dampfenden Nebeln erfüllter Kessel auf einem nach allen Seiten sanft abfallenden Sinterplateau unsere Aufmerksamkeit fesselt. Dafs es sich hier um keine unbedeutende Quelle handelt, davon legen auch die dem nahen Strome zueilenden Abflufsgewässer Zeugnis ab, welche dampfenden Kaskaden gleichen und zeitweise so massenhaft in die kühle Flut sich stürzen, dafs man deutlich das Anschwellen des Feuerlochflusses erkennen kann.

In der That, wir stehen hier vor einem der gröfsten Wunder des Yellowstone-Parkes — vor dem Excelsior-Geyser — und werden noch Gelegenheit haben, diese vielleicht gewaltigste Springquelle der Welt in vollster Pracht und Herrlichkeit zu sehen.

Wir begeben uns inzwischen nach dem Kraterrand des Excelsior, um uns das Innere des Höllenrachens ein wenig näher anzuschauen. Es sieht darin aus wie in einem kleinen Vulkanschlote. Zerrissen stürzen sich die Umfassungswände hinab zur Wasserfläche, teilweise überhängend und den wildesten Schlund bildend. Darin wogt das tiefblaue Wasser, ein kleiner See, 100 m lang und 60 m breit an der weitesten Stelle. —

Trotz der Gefahr, hinabzustürzen, lassen wir uns nicht abhalten, so nahe wie möglich heranzutreten, um dieses unvergleichliche Naturwunder ganz in der Nähe zu beschauen. Nahe dem Mittelpunkt erhebt sich plötzlich eine gewaltige, helle Dampfkugel mit dumpfem Poltern aus der Tiefe und verwandelt sich in eine Dunstwolke, während das Wasser fufshoch umherspritzt. Dann scheint der Geyser für einige Sekunden Erholung zu schöpfen; das Wasser liegt ruhig und glatt, bis wiederum eine etwas grössere Dampfkugel seine Tiefe aufwühlt.

Dieses Schauspiel wiederholt sich in immer kleineren Zwischenräumen, bis endlich der See in ein wildes Wogen gerät; er erreicht fast den Rand des Schlundes. Gewaltige schaumgekrönte Wellen erheben ihre glitzernden Häupter und schiefsen zischend und brüllend hin und her, bis sie ohnmächtig in den Schlund zurückfallen. Aber neue Wogenungeheuer treten an ihre Stelle, immer wilder wird der Aufruhr, immer höher züngeln die Wogenschlangen, immer dichter wird die Dampfwolke, immer heftiger das Brüllen und Donnern in der Tiefe.

Da mit einem Male scheint sich ein furchtbarer Krampf der Wassermasse zu bemächtigen; mit rasender Eile hebt sich eine ge-



Ausbruch des Excelsiorgeysers im Jahre 1888.

schlossene Wassersäule 100 m hoch, fünfmal so hoch wie unsere höchsten Häuser, empor; die Dampfwolke steigt bis zu 300 m und mehr. Allmählich sinkt die ganze Erscheinung in sich zusammen wie eine phantastische Traumgestalt; der Lärm läfst nach; der Donner wird schwächer, und ebenso plötzlich, wie sie sich erhoben, verschwindet die Wassermasse in dem Schlunde, der nun, mit aschgrauen Sinterperlen überdeckt, fast trocken daliegt. — Lange starrt der Beschauer dem Zauberbilde nach, wenn es schon längst in den dunklen Tiefen der Unterwelt versank; nur die Dampfwolke in der Höhe und das Donnern in der Tiefe geben ihm noch Kunde von dem grofsartigen Schauspiel, das soeben stattgefunden hat.[1])

[1]) Nach Zittel: „Das Wunderland am Yellowstone“.

Noch nicht lange ist der Excelsior als ein wirklicher Geyser bekannt. Erst Oberst Norris, der frühere Parkinspektor, entdeckte ihn im Jahre 1881. Auf mehr als eine Meile hörte er das furchtbare Getöse, sah die himmelhohe Dampfsäule und eilte mit der vollen Schnelligkeit seines Rosses herbei, um noch gerade die letzten Zuckungen des Ausbruches anstaunen zu können. Seitdem verhielt sich der Geyser still bis zum Jahre 1888, in welchem Jahre er durch seine grofsartigen Vorstellungen die Umwohner des Parkes anzog, die auf Schneeschuhen massenhaft herbeieilten. Gegenwärtig speit er unregelmäfsig, etwa einmal am Tage.



Grotten-Geyser.

Wie hier, so treten uns in dem einige Meilen südlich liegenden „Oberen Geyserbecken“, das wir nunmehr aufgesucht haben, überall die Symptome der unterirdischen Feuergeister entgegen. 26 Geyser und etwa 400 heifse Quellen beherbergt dieses obere Becken, auf dessen engem Raum man das Absterben der vulkanischen Thätigkeit in grofsartigstem Mafsstab beobachten kann. Die kalte, grauweifse Farbe des Kieselsinters, welcher die Landschaft wie mit einem Leichentuche überdeckt, sticht grell gegen das dunkle Grün der Tannenwälder ab, während die Ufer des Feuerlochflusses die Vorstellung einer unter Flammen in die Schlünde des Erdinnern herabgesunkenen Stadt erwecken, deren Ruinen ihren Qualm fortwährend durch die schwälende Asche hinaufsteigen lassen. Es liegt etwas Unheimliches, Schreck-

haftes in dieser mit seltsamen Gebilden, mit Kegeln, Wannen, Kratern und Tuffhügeln übersäten Landschaft, die zugleich wiederum das Gemüt mit Staunen und Bewunderung erfüllt.

Die erste Überraschung beim Eintritt ins obere Geyserbecken bietet ein dicht am Fahrwege liegender, sonderbar geformter Sinterhügel dar. — Es ist der sogenannte „Grottengeyser", der seinen Namen von den ruinenhaften, grottenförmigen Hohlräumen erhielt, welche sein kieseliger Aufbau zeigt. Er spritzt in unregelmäfsigen, mehrstündigen Zwischenräumen aus seinen mannshohen Öffnungen fein zerteilte, glitzernde Wasserbündel aus, allein die hervordringende



Riesen - Geyser.

Wassermenge ist im Verhältnis zur riesigen Dampfentwicklung nur wenig beträchtlich. Solche Geyserruinen, wie der Grotto, findet man vielfach im Parke zerstreut. Sind sie gänzlich erloschen, so dient ihre innere Höhlung wilden Tieren zum Schlupfwinkel. Ein Blick in eine derselben zeigt sie angefüllt mit Schädeln und Knochen, von wilden Tieren herbeigeschleppt, denn solche giebt es genug im Park. Der Grizzlybär und eine Art von Panther hält sich in den entlegensten Bergschluchten auf und überfällt die scheue Antilope, das Bergschaf oder den Elch, welcher in dem Waldesdunkel noch in grofsen Scharen zu finden ist.

Unweit des Grotto befindet sich der als „Riese" bezeichnete Geyser, das eigentliche Wunder des oberen Beckens. Sein 3 m

hoher Kegel erhebt sich auf einer Plattform von 25 m Durchmesser. Auch hier sind es wieder die reizenden Ornamente, welche den Blick auf sich lenken, der kunstvoll gezackte Rand des Sinterbaus und der zierliche Perlenschmuck innen und aufserhalb. Gewöhnlich spielt der Riese alle 6 Tage anderthalb Stunden lang. Unter gewaltigem Geräusche steigt dann seine Wassersäule 75 m hoch in schwindelnde Höhen empor.

Der „Castle“ oder Schlofsgeyser, zu dem wir jetzt gelangen,



Old Faithfull während des Ausbruches.

zeichnet sich hauptsächlich durch seinen imposanten Sinteraufbau aus; er gleicht der malerischen Ruine eines alten Schlosses. Alle 24 bis 30 Stunden wirft er 25 Minuten lang eine Garbe 50 m hoch aus; allein die Periode der gröfsten Thätigkeit, die zweifellos eine gewaltige war, ist längst vorüber. In geringer Entfernung vom Castle umschliefst ein niedriger Rand ein anderes Geyserbecken, den himmelblauen „schönen Brunnen“, welcher überfliefsend den weifsen Boden mit farbigen Niederschlägen schmückt. Es ist unmöglich, die Durchsichtigkeit dieses merkwürdigen Wassers mit Worten zu schildern. Bei leise bewegtem Spiele der Fluten bildet sich ein wahres Chaos von prismatischen Farben; es flimmert und tanzt wie in einem Kalei-

doskop, und durch dieses Farbenspiel hindurch schimmern die zu seiten des Beckens aufgebauten Dekorationen in wilder, märchenhafter Schönheit; man fühlt sich in ein Zauberland versetzt und vergifst hier vor der Gegenwart die Märchen vom Elfenreigen oder aus „Tausend und eine Nacht".

Getrennt von ihrem Gemahl auf der anderen Seite des Feuerlochflusses hat die „Riesin" ihren Platz. Im Ruhezustande sieht ihr Krater ganz unscheinbar aus; das Wasser siedet nur in träger Weise aus dem randlosen Becken auf. So können wir uns denn, allerdings mit einem Gefühle des Bangens, der schlummernden Riesin nahen, um unsere Neugier zu befriedigen, wie es dort unten im Schlunde des Unterwelt-Feuers zugehen mag. Desto ärger tobt aber die Riesin, wenn sie in Thätigkeit ist. Der gesamte Inhalt des 20 m tiefen Kraters fliegt dann mit einem Male heraus; 12 Stunden etwa währt das Höllenspiel und endet mit einem wütenden, dröhnenden Dampfspeien von einer Stunde Dauer.

Von dort begeben wir uns nach einem anderen, weniger launenhaften Geyser, der mit seinen Künsten nicht so zurückhaltend ist. Dieser Geyser ist der Old Faithfull, der „zuverlässige Freund der Touristen", wie ihn Hayden wegen der Regelmäfsigkeit seiner Ausbrüche genannt hat. Sommer und Winter, Tag und Nacht giebt er alle 63 Minuten, kaum einmal mit 5 Minuten Verspätung, seine wunderbaren Vorstellungen zum besten „without money and without price", wie der Amerikaner hinzufügt. Pfeilschnell schiefst dann eine riesige Wassersäule 50 m hoch in den glänzendsten Farben, von weifsem Schaume umkleidet, empor; immer neue, rasch auf einander folgende Stöfse halten das blinkende Phantom 4 Minuten in gleicher Höhe; weit breitet sich die Garbe aus und glänzt beim Sonnenscheine in allen Regenbogenfarben. In achtungsvoller Entfernung schaut der Mensch staunend diesem Wirken der vulkanischen Kräfte zu; denn nicht nur das brühend heifse Wasser, sondern auch der Dampf nötigen ihn, aus angemessener Entfernung dem Ausbruch des Riesenkessels beizuwohnen, der gewöhnlich durch ein Brausen und Dröhnen in den unterirdischen Regionen und durch die sich beständig steigernden Krampfbewegungen der Wassermassen im Schlunde des Brunnenrohres angekündigt wird.

Wie gesagt, hat Old Faithfull die löbliche Gewohnheit, mit nie fehlender Pünktlichkeit seine Pflicht zu erfüllen, während die anderen grofsen Geyser des oberen Beckens die Geduld der Reisenden oft tagelang auf die Probe stellen; verspätet er sich einmal, nun so ent-

schuldigt er sich durch einen um so majestätischeren Ergufs. — Um seine Kunststücke zu erproben, werden von den Besuchern bisweilen Kleidungsstücke in seinen Schlund geworfen. Doch nicht immer zeigt er sich auch in dieser Beziehung als ein „treuer Geselle". Mancher hat schon bei einem solchen Waschexperiment diese üble Erfahrung zu seiner Betrübnis machen müssen. Der Geyser hat das hineingeworfene Stück nicht wiedergegeben.

Eine Wanderung über das Geyserfeld am Feuerlochflufs bietet eine Sammlung der merkwürdigsten Sinterbildungen dar, deren groteske Mannigfaltigkeit auch die kühnsten Erwartungen übertrifft. Einige



Der Punchbowle - Geyser.

solche Geyserkegel, den Grotten- und den Schlofsgeyser, haben wir schon kennen gelernt; in der vorstehenden Abbildung sehen wir ein anderes, gar seltsames Gebilde natürlicher Architektur. Es ist die sogenannte Punchbowle, eine mit vollendeter Symmetrie und Schönheit gebaute Riesenschale, deren kunstvoll ausgezackter Rand, mit wunderbar reizenden Ornamenten geschmückt und in allen Farben leuchtend, etwa 60 cm über dem Boden hervorragt.

Wir haben hiermit die Hauptgeyser des Yellowstone-Parkes kennen gelernt, und es drängt sich nun die Frage nach dem Ursprunge dieser merkwürdigen Naturspiele auf. Dafs wir es hier mit einer zu Tage tretenden Äufserungsform einer im Erlöschen begriffenen vulkanischen Thätigkeit zu thun haben, unterliegt wohl keinem Zweifel.

Denn überall, wo sich heifse Springquellen vorfinden, auf Island, auf den Azoren, in Neuseeland und Californien, da ist deren Auftreten an vulkanische Gegenden gebunden. Auch die Geyser des Yellowstone-Parkes bezeichnen das letzte Stadium einer grofsartigen vulkanischen Aktionsperiode, welche in einer uns verhältnismäfsig nahe liegenden Epoche des Erdenlebens, im tertiären Zeitalter, ihren Ursprung nahm, und offenbaren die letzten Todeszuckungen der jetzt im Dahinschwinden begriffenen Kräfte. Wenn auch der Park heute keine rauchenden Krater mehr besitzt, so beweisen doch die Hunderte von Gehäusen vulkanischer Öffnungen, dafs dieser Teil des Felsengebirges einst zu den intensivsten Brandstätten der Vorwelt gehört hat. Kegel von Andesit-Trachyten bedecken das ganze Gebiet; später quollen aus den Schlünden der Unterwelt Trachyte, Tuffe, Obsidiane und an einzelnen Stellen Rhyolithe und Basalte hervor und bildeten daselbst Deckenablagerungen von vielen Tausenden Metern Mächtigkeit. Dann kam die Eiszeit, welche ihre Gletscher über die erloschenen Feuerberge schob und deren äufsere Form bis zur Unkenntlichkeit zerstörte. Aber in den Tiefen des Bodens hat sich noch ein Teil des Glutfeuers erhalten. An ihm erhitzt sich das in die Spalten des Erdreichs eindringende Wasser; es kann in den Geyserkesseln weit über dem Siedepunkt erhitzt werden, ohne zu verdampfen, weil die darauf lastende kühlere Wassersäule es unter einem Druck von vielen Atmosphären hält.

Sobald nun aber in der mittleren Region des Brunnenrohres durch das beständige Steigen der Temperatur der der Druckhöhe entsprechende Siedegrad erreicht wird, entwickelt sich daselbst Dampf, und indem dieser die darüber befindliche Wassersäule zu heben sucht, schafft er bei jedem Stofse momentan einen leeren Raum. Dem tieferen, überhitzten Wasser wird so Gelegenheit geboten, mehr und mehr zu verdampfen. Der innere Dampfkern wird endlich nach einer Reihe mifslungener Versuche so grofs und erhält eine so hohe Spannung, dafs schliefslich die ganze darüber befindliche Wassermasse in die Höhe geschleudert wird.

Die grofsartigen Geyserbecken sind zweifellos das Wunderbarste im Parke, allein sein Hauptreiz besteht in der Mannigfaltigkeit der Naturspiele. Es mag in Island und Neuseeland einige Springquellen geben von derselben Grofsartigkeit, in vielen Ländern der Welt finden sich auch Schneeberge so wild und gewaltig wie im Felsengebirge, aber nirgend sonst sind so viele natürliche Sehenswürdigkeiten im gleichen Raume geschart, wie innerhalb des amerikanischen Märchenlandes,

wo auch das Wasser sich mit den unterirdischen Kräften vereint hat, um Wunder auf Wunder zu häufen.

Den Glanzpunkt des Parkes bildet der im östlichen Teile liegende Yellowstone-See, sowie das Thal des gleichnamigen Flusses.

Unter allen Hochgebirgsseen Nordamerikas (2264 m über dem Meere) der gröfste, hat derselbe eine Fläche von 240 Quadratkilometern. Er wird umschlossen von den höchsten Spitzen des nördlichen Felsengebirges — im Süden von den drei majestätischen Tetons, die, alles überragend, ihre schneebedeckten Häupter zum Himmel



Yellowstone-See.

strecken; südwestlich breiten sich dunkle Fichtenwälder aus, so dicht, dafs kaum ein einziger Gipfel die finstere Waldmasse durchbricht; sonst erschaut man rings um den See ein chaotisches Wirrwar wild zerklüfteter, vom Zahn der Zeit zu phantastischen Gestalten geschaffener Bergriesen. Am Morgen liegt die Wasserfläche gewöhnlich ruhig da; erst gegen Mittag beginnen die Wogen zu rollen. Ganze Scharen von Pelikanen ziehen darüber hinweg und bevölkern die goldig gelben Ufer oder die zahlreichen smaragdgrünen Inselchen. Auch der Fischreichtum ist ein bedeutender; aber nur eine einzige Forellenart tummelt sich in den klaren Fluten. Und doch hat es der Angler nirgends bequemer als hier am Yellowstonsee; er kann, ohne sich von der Stelle zu bewegen, sofort die Forelle herausziehen und in dem heifsen Wasser

der Quellen abkochen, die zahllos in unmittelbarster Nähe der Ufer die Wasserfläche umgürten.

Den Abflufs dieses Hochsees bildet im Norden der durch seine Reize, seine majestätischen Wasserfälle und düsteren Felsschluchten berühmte Yellowstone-River, einer der Quellströme des Missouri. Dort, wo der Strom den grofsen See verläfst, fliefst er in ruhigem, stetigen Lauf durch einen hügeligen, mit Wiesen und Wald bedeckten Thalkessel — es ist das Hayden-Thal, so benannt zu Ehren des verdienten Geologen, der zuerst den Naturpark wissenschaftlich durchforscht hat. Und wie er so dahineilt, friedlich und majestätisch als hellblinkender



Hayden-Thal.

Silberstreif durch das freundliche Wiesenthal, kein Anzeichen verrät die nahe Katastrophe, der er entgegeneilt.

Aber weiter abwärts verengt sich sein Bett zu einer schmalen, felsigen Schlucht; es bilden sich Stromschnellen, die sogenannten „Rapids" des Yellowstone. Von zahllosen Riffen in seinem Laufe gehemmt, kämpft hier der Strom in wilder Empörung, bald um eine verborgene Steinklippe kreisend und wirbelnd, bald an eine Felswand prallend oder durch eine schmale Rinne hindurchschiefsend. Doch all dies Toben ist nur das Vorspiel zu der kommenden Katastrophe, nur das Präludium zu der rauschendsten aller Natursymphonien. Denn plötzlich, unmittelbar hinter den Rapids, stürzt er mit donnerndem Brausen über einen Abgrund, 40 m tief, und eine

viertel Meile dahinter folgt ein zweiter Salto mortale, aber diesmal noch gröfser, 120 m in die Tiefe. Es ist der grofse untere Fall des Yellowstoneflusses.

Die ganze Wassermasse zerschellt auf dem Grunde der Schlucht; dichte Nebelwolken steigen aus der Tiefe und umhüllen den kristallhellen Wogenschwall mit fast undurchsichtigem Schleier. Die Strahlen der Sonne brechen sich in den Tropfen und schmücken das Schauspiel mit einem Farbenkranz, durch dessen Öffnung die Silberfluten zittern. Oben aber an den Basaltwänden, die von beiden Seiten dieses Wellen-



Der untere Fall des Yellowstone-River.

bachanal umschliefsen, erhalten die Nebelwolken durch ihre Feuchtigkeit einen üppigen Baumschmuck.

So zeigt sich aber der Yellowstone-Fall nur in der kurzen Zeit des nordischen Sommers. Wenn der Winter Höhen und Tiefen mit blendendem Schnee bedeckt, wenn die Tannenwelt dort oben sich in das Silbergewand gekleidet, dann erstarrt auch der Riesenfall zur Silbersäule; das lustige Tosen und Schäumen seiner Fluten verstummt, und nur ein dumpfes Krachen ertönt ab und zu durch die öde Winterlandschaft, wenn eine fallende Schneelawine über den Eispanzer rasselt. Aber dafür entfalten sich die Zauber des Winters. Riesige Eiszapfen, den schönsten Stalaktiten gleich, hängen von dem Eisfall herab, tausend bunte Lichter klammern sich an jede Krystallkante an,

klettern herauf und hinab gleich geschäftigen Elfen, unaufhörlich bemüht, die Öde des Winters zu verschönern.

Unmittelbar hinter seinem grofsen Fall tritt der Yellowstone-River in eine Schlucht ein. Mehr denn 600 m hohe Wände begrenzen beiderseits die nach oben sich ausbreitende Thalspalte. Heifse Quellen finden sich überall an den Felswänden, und diese selbst sind der Verwitterung anheimgefallen, so dafs die kühnsten und seltsamsten Formationen geschaffen wurden. Man sieht da Gebilde aus den Schutthalden hervorragen, welche Türmen, zerfallenen Festungen,



Yellowstone-Fall im Winter.

gothischen Domen gleichen, und all diese grotesken Bauwerke einer unbewufst schaffenden Naturkraft leuchten unter dem Einflufs der mineralischen Gewässer in den verschiedensten Farbentönen.

Wir stehen hier wiederum an der Pforte des Wunderlandes. Nicht wegen der Grofsartigkeit des einzelnen, wohl aber wegen der Fülle der Sehenswürdigkeiten auf so engem Raume ist der National-Park das Juwel des ganzen Felsengebirges. Es giebt in dieser mächtigen Gebirgsgruppe Naturwunder, die, wenigstens was die Schaffenskraft des Wassers betrifft, auf der ganzen Welt unerreicht dastehen. Dahin gehören die abenteuerlichen Landschaften in den Bad-lands von Montana und Wyoming, die grandiosen Schönheiten des Columbia- und Snake-River mit seinen Schluchten und Fällen. Auch der Götterhain oder Monumentenpark in Colorado ist in seiner Eigenart ein

geologisches Wunder des neuen Kontinents. Man kann ihn mit einer Kunstgallerie vergleichen, in welcher die Natur all ihre Monumente ausgestellt hat, wo Kathedralen, Pyramiden, Häuser und Paläste uns an die Ausgrabungen einer verschütteten Stadt erinnern.

Und endlich die Felswüsten von Arizona mit den Riesenschluchten des Colorado, die der fallende Tropfen gehöhlt, — nirgends läfst sich denselben etwas Ebenbürtiges zur Seite stellen.

Einfachheit und Grofsartigkeit ist der Naturcharakter der neuen Welt.

Die Spektralanalyse.

Von **Dr. F. Koerber** in Steglitz.

(Fortsetzung.)

Die Planeten und ihre Trabanten.

So interessant auch die zahlreichen Entdeckungen sind, welche man durch direkte, teleskopische Beobachtung an den Geschwistern unserer Erde und deren Begleitern gemacht hat, so aufserordentlich gering ist doch gerade die spektralanalytische Ausbeute auf diesem Gebiete gewesen. Bekanntlich leuchten die den regulären Hofstaat der Tageskönigin bildenden Himmelskörper als der Erde ähnliche, an sich dunkle Gestirne nur mit reflektiertem Sonnenlicht, sodafs ihr Spektrum im wesentlichen offenbar nichts anderes sein kann als eine mattere Kopie des Sonnenspektrums. Die Gashüllen, welche die übrigen Planeten ebenso wie die Erde als Atmosphären umgeben, sind bei den meisten Planeten nicht ausgedehnt und dicht genug, oder aber das Licht dringt in sie nicht tief genug ein, um das Spektrum ein beträchtlich verändertes Aussehen gewinnen zu lassen. Die Feststellung der chemischen Zusammensetzung jener Lufthüllen ist daher eine sehr subtile, bis jetzt noch in den ersten Stadien befindliche Arbeit.

Von unserem Erdmonde ist schon auf Grund der scharfen Abgrenzung aller Schatten, insbesondere der klaren Grenze zwischen der beleuchteten und unbeleuchteten Hälfte seit langem bekannt, dafs er überhaupt keine nennenswerte Atmosphäre besitzen kann. Neuere Beobachtungen über das Verschwinden von Sternen, welche vom Monde auf seinem Laufe des öfteren bedeckt werden, haben auch nicht das geringste Anzeichen einer auf eine Absorptionswirkung zurückzuführenden, allmählichen Verdunkelung bei der Annäherung des Mondrandes erkennen lassen, und selbst auf theoretischem Wege hat man ergründen können, dafs dieser Himmelskörper infolge seiner geringen Masse eine ihm etwa früher einmal zu eigen gewesene Gashülle gar nicht auf die Dauer hätte festhalten können. Bei diesem

Thatbestande ist es nicht anders zu erwarten, als dafs das Spektrum des Mondlichtes in jeder Beziehung dem Sonnenspektrum gleichen wird, wie es die Beobachtung auch bestätigt hat. Das Spektroskop hat also hier lediglich unsere bereits auf anderen Wegen gewonnene Kenntnis von der Abwesenheit jeder Spur von Atmosphäre von neuem bekräftigt.

Ähnliches gilt nun auch von den inneren Planeten; ihr Spektrum läfst keine sicheren Schlüsse auf das Vorhandensein einer absorbierenden Gasschicht zu. Gleichwohl ist man der Ansicht, dafs Venus eine verhältnismäfsig dichte Lufthülle besitzen dürfte, die aber von dichten Wolkenmassen derart erfüllt ist, dafs schon letztere in grofser Höhe über der eigentlichen Planetenoberfläche das auffallende Sonnenlicht wieder zurückwerfen. Die Beobachter dieser Planeten sind indessen in der Angabe einig, dafs die von uns bereits oben erwähnten tellurischen Linien deutlich verstärkt erscheinen, sodafs man

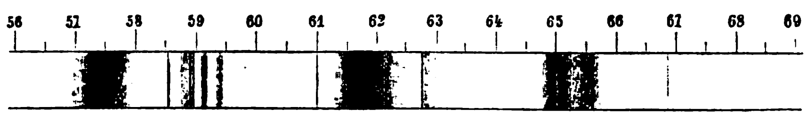


Fig. 15. **Das Spektrum des Jupiter.**

wohl zu der Annahme berechtigt ist, dafs die Atmosphären unserer Nachbarplaneten im allgemeinen aus denselben Gasarten bestehen wie unsere irdische Luft. — Auch bei Mars glaubt Vogel eine deutliche Verstärkung der tellurischen Linien konstatieren zu können, und Huggins will sogar auf der blauen Seite der D-Linie ein diesem Planeten eigentümliches Absorptionsband gesehen haben. Diesen Wahrnehmungen steht allerdings eine auf der Lick-Sternwarte von Campbell ausgeführte Vergleichung der Spektra des Mars und des Mondes gegenüber, bei welcher nicht der geringste Unterschied erkennbar war. Indessen ist dieses negative Resultat sehr wohl durch besondere Umstände erklärbar und kaum imstande, die positiven Wahrnehmungen anerkannter Meister der Beobachtungskunst umzustofsen.

Aufserordentlich deutliche Absorptionsbänder zeigen uns die zweifellos von mächtigen Atmosphären umhüllten äufseren Planeten; allerdings liegen auch hier die Unterschiede gegen das gewöhnliche Sonnenspektrum nur im gelbroten Teile des Spektrums, sodafs photographische Aufnahmen, welche nur ein Abbild der brechbareren Partien liefern, über das Vorhandensein einer Atmosphäre auch bei

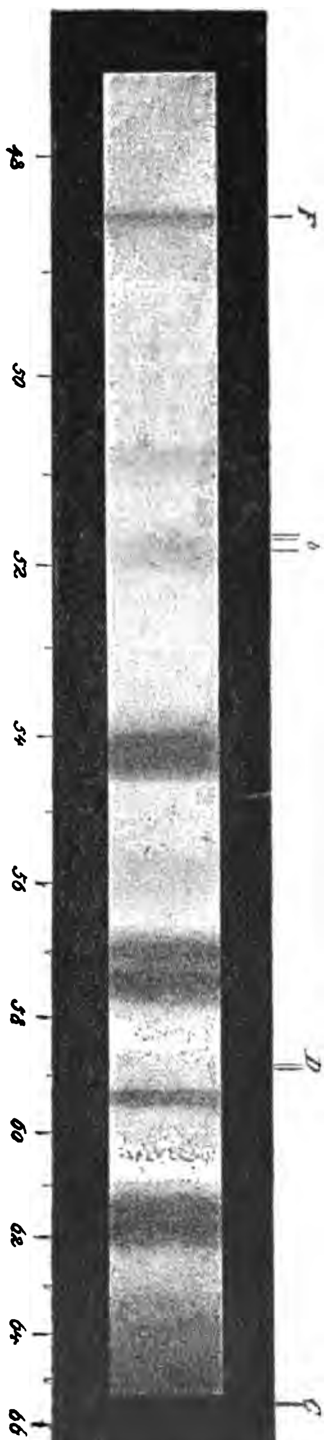


Fig. 16. **Das Spektrum des Uranus.**

diesen Planeten keinen Aufschlufs geben würden. Die im Jupiterspektrum von H. C. Vogel erkannten dunklen Streifen (Fig. 15) fallen wiederum bis auf einen mit tellurischen Linien zusammen. Nur das breite, bei 618 μμ gelegene Band findet sich im irdischen Luftspektrum nicht vor. Ob die Ursache dieses Bandes in einem besonderen, der Jupiteratmosphäre eigentümlichen Gase, oder aber nur in den veränderten Druck- und Temperatur-Verhältnissen einer der irdischen ähnlich zusammengemischten Lufthülle zu suchen ist, konnte bis jetzt nicht entschieden werden. Die einem jeden, der durchs Fernrohr auch nur einen flüchtigen Blick auf Jupiter wirft, sofort auffallenden, dunklen Äquatorialstreifen zeigen neben allgemeiner Abschwächung des Lichtes auch eine Verstärkung der oben dargestellten, dunklen Streifen, woraus sich ergiebt, dafs wir hier Auflockerungen der von dichten Wolken erfüllt zu denkenden Jupiteratmosphäre vor uns haben, die uns einen tieferen Einblick in das Luftmeer des Riesenplaneten gestatten. — Die bekannten, unseren Mond an Gröfse bedeutend übertreffenden Trabanten Jupiters sollen nach Vogel dieselben Absorptionsstreifen wie ihr Centralkörper erkennen lassen, dürften also gleichfalls von Atmosphären umgeben sein.

Saturn ist, wie in jeder anderen Beziehung, so auch in Bezug auf sein Spektrum dem Jupiter aufs nächste verwandt, und auch das Uranusspektrum, welches unsere Abbildung (Fig. 16) nach Keelers Zeichnung wiedergiebt, zeigt intensive Absorptionswirkungen, vor

allem auch das oben erwähnte, der Erdatmosphäre fremde Band bei 618 $\mu\mu$. Bemerkenswert ist jedoch, dafs dieser Streifen im Spektrum der Saturnringe völlig fehlt, sodafs diese überhaupt nicht in eine Gashülle eingebettet zu sein scheinen, was auch mit ihrer der Saturnkugel gegenüber deutlich kontrastierenden, gröfseren Helligkeit zusammenstimmt.

Vom Neptunspektrum läfst sich entsprechend der grofsen Mattigkeit des von diesem äufsersten Mitgliede des Sonnensystems zu uns gelangenden Lichtes nichts Bestimmtes aussagen, doch ist wahrscheinlich, dafs es ebenfalls den Spektren der grofsen Geschwisterplaneten gleicht.

Die Kometen.

Während bei den Planeten schon der im Fernrohr deutlich erkennbare Phasenwechsel lange vor der Entdeckung der Spektralanalyse gelehrt hatte, dafs diese Gestirne nur mit reflektiertem Sonnenlicht leuchten, konnte diese Frage bei den Kometen, die nur sozusagen gastweise in den Bereich des Sonnensystems eindringen und während der kurzen Dauer ihrer Sichtbarkeit stets ein sehr verwaschenes Aussehen besitzen, nicht so leicht entschieden werden, obgleich die oft ziemlich plötzlichen Helligkeitsänderungen dieser rätselhaften Himmelskörper bereits vermuten liefsen, dafs hier eigene Lichtentwickelungen eine Rolle spielen. In der That erwies sich denn auch das Spektrum des Kometenlichts in allen bisher untersuchten Fällen als ein Emissionsspektrum, das jedoch meist nicht aus feinen, hellen Linien, sondern aus drei breiten, einseitig nach der violetten Seite hin verwaschenen, hellen Lichtbändern besteht, deren Lage beweist, dass ein beträchtlicher Teil des Kometenlichts von glühendem Kohlenwasserstoff ausgeht. Nach genaueren Untersuchungen einerseits von H. C. Vogel, andererseits von Hasselberg konnten gewisse Eigentümlichkeiten, welche das Kometenspektrum von dem gewöhnlichen Kohlenwasserstoffspektrum, wie es etwa eine Bunsenflamme zeigt, unterscheiden, künstlich im Laboratorium erzielt werden, wenn man entweder Kohlenoxydgas beimengte oder die Temperatur möglichst erniedrigte und das Aufleuchten durch disruptive, elektrische Entladungen bewirkte. Es ist demnach als wahrscheinlich anzusehen und stimmt auch mit den Vorstellungen, die man sich sonst in neuerer Zeit über die Kometenphänomene gebildet hat, dafs das Aufleuchten der Kometen eine Folge elektrischer Funkenentladungen bei niedriger Temperatur ist, und dafs den Kohlenwasserstoffen oft auch Kohlenoxydgas beigemengt sein mag, zumal auch die aus den zur Erde gefallenen

und vielleicht von Kometen abstammenden Meteoren durch Erwärmung entweichenden Gase nach Vogels Versuchen beiderlei Arten von Kohlenstoffverbindungen enthalten.

Eine hochinteressante Überraschung in spektroskopischer Hinsicht bereitete den Astronomen der im Frühjahre 1882 erschienene „Komet Wells“. Zur Zeit, als dieses Gestirn der Sonne am nächsten kam, änderte sich nämlich sein Spektrum, indem die gelbe Natriumlinie intensiv aufblitzte, während zugleich das Kohlenwasserstoffspektrum verblafste. Dieselbe Erscheinung wiederholte sich bei dem grofsen, der Sonne gleichfalls sehr nahe kommenden Septemberkometen desselben Jahres und würde vermutlich seitdem noch öfters beobachtet worden sein, wenn nicht die letzten 16 Jahre an helleren Kometenerscheinungen überhaupt auffallend arm gewesen wären. Offenbar ist das Auftreten der Natriumlinie bei grofser Sonnennähe durch die damit eintretende Temperaturerhöhung des Kometenkernes verursacht, welche schliefslich eine Verdampfung des bekanntlich in der ganzen Welt aufserordentlich verbreiteten und daher auch den Kometenkernen nicht fehlenden Natriums bewirkt. Für die bereits oben ausgesprochene Ansicht, dafs das Kometenlicht eine Folge elektrischer Entladungen ist, wurde zugleich durch das Verblassen der Kohlenwasserstoffbanden ein neuer Beweis erbracht. Gerät nämlich ein Salzteilchen in eine gewöhnliche Bunsenflamme, so sieht man im Spektroskop einfach die Natriumlinie neben den in unverminderter Stärke verharrenden Kohlenwasserstoffbanden aufleuchten; bringt man dagegen Gemenge von Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd, die in einer Röhre eingeschlossen sind, in welcher durch Erwärmung auch metallisches Natrium verflüchtigt werden kann, durch die Entladungen einer Leydener Flasche zum Leuchten, so tritt das Spektrum der erstgenannten Gase wie bei den Kometen sofort gegen die Natriumlinie zurück, wenn der offenbar die Elektrizität besser leitende Natriumdampf zur Entwickelung gebracht wird.

(Schlufs folgt.)

Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung.

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

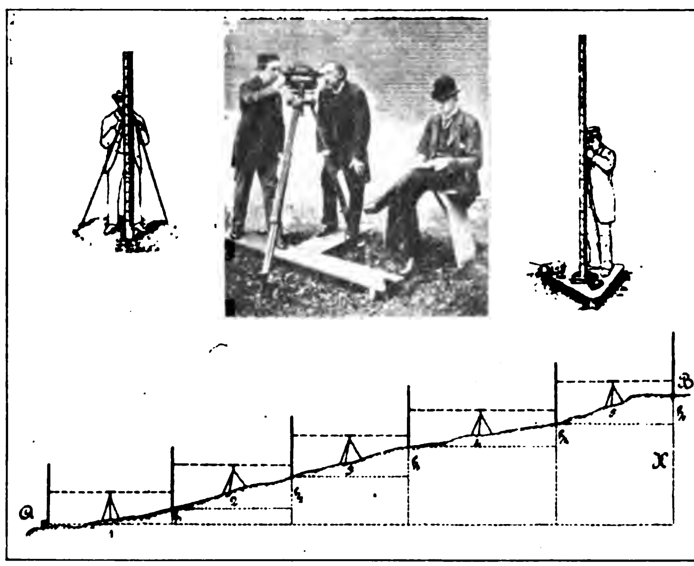
(Fortsetzung.)

Das Landes-Nivellement.

Man unterscheidet wesentlich drei verschiedene Methoden der Höhenmessung, das geometrische, das trigonometrische und das barometrische Nivellement. Beim geometrischen Nivellieren wird die durch ein feines Fadenkreuz bezeichnete Absehlinie des Fernrohrs mit Hülfe der Wasserwage horizontal, also normal zur Schwererichtung gestellt. Dreht man dieselbe dann um eine lotrechte Axe im Kreise herum, so beschreibt sie eine Horizontalebene, d. h. einen künstlichen Horizont, welcher senkrecht steht auf der Schwererichtung des Stationspunktes und somit die durch ihn gelegte Niveaufläche dort berührt. Für kurze Entfernungen, wie solche beim geometrischen Nivellieren in Betracht kommen, kann man die Krümmung der Niveauflächen, bezw. der wahren Erdoberfläche als gleichmäfsig betrachten. Läfst man nun an zwei Punkten, welche gleich weit, z. B. 50 m, von der Station entfernt sind, genau geteilte Latten lotrecht aufstellen, so liest man beim Einstellen der horizontalen Absehlinie des Fernrohrs auf den Teilstrichen unmittelbar ab, wie tief die betreffenden Punkte unter dem Horizonte der Station liegen, und erhält weiter in der Differenz dieser abgesehenen Zahlen den Höhenunterschied derselben. Liest man z. B. (siehe umstehende Figur) an der in A aufgehaltenen Latte 3 m ab, an der in B aufgehaltenen Latte 1 m, so liegt A um 3 m unter dem Stationshorizonte, B hingegen nur um 1 m; also beträgt der Höhenunterschied der beiden Punkte 3 — 1 = 2 m, um welche B höher liegt als A. Diese Art der Höhenmessung ist einer grofsen Genauigkeit fähig.

Die Instrumente für Fein-Nivellements haben Fernrohre mit 30 bis 40 maliger Vergröfserung und Libellen mit einer Empfindlichkeit von wenigen Sekunden für einen Teilstrich der Röhre. Bei Ablesungen

an der Latte werden noch halbe Millimeter geschätzt. Der Höhenunterschied zweier um 100 m von einander entfernter Punkte, zwischen denen in der Mitte das Instrument aufgestellt wird, kann durch solches „Nivellieren aus der Mitte“ bis auf weniger als 1 mm genau bestimmt werden. Teilt man eine zu nivellierende längere Strecke in Stationen von 100 zu 100 m Abstand, stellt zuerst zwischen A und B auf und bestimmt den Höhenunterschied B—A, stellt dann zwischen B und C auf, und bestimmt in ganz analoger Weise den Höhenunterschied C—B und so fort dem ganzen Zuge entlang bis zum letzten Punkte N, so



Längen - Nivellement.

braucht man nur sämtliche der Reihe nach bestimmten Höhenunterschiede zu addieren, um den Höhenunterschied des Anfangspunktes und des Endpunktes zu erhalten. Wenn die bei Bestimmung der einzelnen Höhenunterschiede begangenen Beobachtungsfehler nur zufälliger Natur sind, also ebensowohl positiv wie negativ sein können, so wächst ihr Betrag bei der Addition der Einzelmessungen mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der letzteren. Ist der mittlere Fehler bei einer Bestimmung der je 100 m von einander entfernten Punkte z. B. ± 1 mm, so wird er für 4 Stationen, d. h. auf 400 m Entfernung, ± 2 mm, für 9 Stationen, d. h. auf 900 m Entfernung, ± 3 mm u. s. w. ausmachen. In Wirklichkeit erreicht er aber diesen Betrag beim Feinnivellement noch nicht, indem bei diesem der mittlere Fehler für

1 Kilometer in Maximo ± 3 mm betragen darf. Der Höhenunterschied zweier um 100 km von einander entfernten Punkte kann durch geometrische Präzisions-Nivellements bis auf wenige Centimeter genau bestimmt werden.

Beim trigonometrischen Nivellement berechnet man aus der gemessenen Zenithdistanz der Visierlinie zwischen zwei Punkten und ihrer horizontalen Entfernung den Höhenunterschied beider Stationen. Da bei einer Entfernung von 200 Kilometern einer Winkelabweichung von 1 Bogensekunde eine lineare Verschiebung von 1 m entspricht, die Winkelmessung aber mit feinen Instrumenten bis auf Bruchteile einer Sekunde genau ausgeführt werden kann, so würde man den Höhenunterschied zweier um 100 km von einander entfernten Punkte durch trigonometrische Höhenmessung bis auf wenige Decimeter genau direkt ermitteln können, wenn sich der Einflufs der atmosphärischen Refraktion mit ausreichender Genauigkeit bestimmen liefse. Dies ist aber keineswegs der Fall, da die Änderung der Lufttemperatur, welche hier in erster Linie in Frage kommt, der direkten Messung auf der ganzen zwischengelegenen Strecke, welche der Lichtstrahl zu durchlaufen hat, nur sehr unvollständig zugänglich ist. Man wendet daher die trigonometrischen Höhenmessungen mit Vorteil nur auf kürzere Entfernungen von einigen Kilometern an und für Zwecke, für welche die gröfste Genauigkeit nicht verlangt wird, wie namentlich bei topographischen Aufnahmen. Hier ist eine Genauigkeit bis auf einige Centimeter, wie sie die trigonometrische Höhenmessung auf kürzere Entfernungen zu liefern im stande ist, ganz ausreichend, und da die hierzu aufzuwendende Zeit weit geringer ist als bei einer Höhenbestimmung durch geometrisches Nivellement, so hat rationellerweise das letztere nur die festen Ausgangspunkte zu liefern, an welche das trigonometrische Nivellement für topographische Zwecke angeschlossen, und zwischen die es zur Erhöhung der Genauigkeit eingeschaltet wird.

Am wenigsten genau, aber am schnellsten auszuführen ist das barometrische Nivellement. Bei der barometrischen Höhenmessung schliesst man aus der Länge einer kurzen und schweren Quecksilbersäule auf das Mafs einer langen und leichten Luftsäule, welche jener das Gleichgewicht hält. Da die Luft im Meeresniveau ungefähr 10500 mal leichter ist als das Quecksilber, so mufs auch eine Luftsäule 10500 mal länger sein als die Quecksilbersäule, welcher sie im Barometer das Gleichgewicht hält. Fällt daher letzteres beim Hinaufsteigen auf eine Anhöhe um 1 cm, so mufs die ganze auf ihm lastende Luftsäule um 10500 cm oder um 105 m kürzer geworden

sein, und somit auch die erstiegene Höhe zwischen dem Fufs und dem Gipfel der Anhöhe 105 m betragen. Hat man bei der Ermittelung der Quecksilbersäule einen Beobachtungsfehler von 0,1 mm gemacht, so wird auch dieser mit 10500 multipliziert und die Höhe um 1,05 m unrichtig erhalten werden. Die Zahl 10500, welche für den bestimmten Fall hier als Verhältniszahl zwischen den spezifischen Gewichten von Quecksilber und Luft angenommen wurde, läfst sich genauer bestimmen nach der Gröfse des jeweiligen Luftdruckes und der Lufttemperatur, durch welche sie nach dem Mariotteschen und Gay-Lussacschen Gesetze bedingt wird. Mit abnehmendem Drucke und mit zunehmender Temperatur dehnt sich die Luft mehr und mehr aus und wird infolgedessen immer leichter. Im gleichen Mafs wächst obige Verhältniszahl der spezifischen Gewichte und ebenso der Fehler in der Höhenbestimmung, welcher einer Unsicherheit von 0,1 mm im Ablesen der Quecksilbersäule entspricht. Zum mindesten wird man daher auf einen Fehler von 1 m beim Messen von Höhenunterschieden mit dem Barometer gefafst sein müssen, und zwar gleichviel, ob man das Quecksilberbarometer selbst benutzt, oder statt seiner die weit bequemer zu transportierenden Aneroide, welche in mäfsigen Grenzen des Luftdruckes ein Quecksilberbarometer ersetzen können, wenn sie gut gearbeitet und mit den nötigen Vergleichstabellen versehen sind. In der That lassen sich mit solchen Instrumenten Höhenunterschiede von einigen hundert Metern bis auf wenige Meter genau leicht bestimmen. Bei grofsen Höhenunterschieden wird die barometrische Höhenmessung sehr unsicher wegen der Schwierigkeit, die in Betracht kommende Lufttemperatur mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln, wozu beim Gebrauche von Aneroiden noch die elastische Nachwirkung der Metallfedern und Büchsen hinzukommt, weil dieselben gröfseren Druckdifferenzen nicht rasch und genau genug zu folgen im stande sind.

Für genaue Höhenbestimmungen kommt hiernach nur das geometrische Nivellement in Betracht; dasselbe bildet dementsprechend einen Teil der grundlegenden Arbeiten der internationalen Erdmessung sowohl, wie der einzelnen Landesaufnahmen in den zu ihr gehörigen Ländern und Staaten.

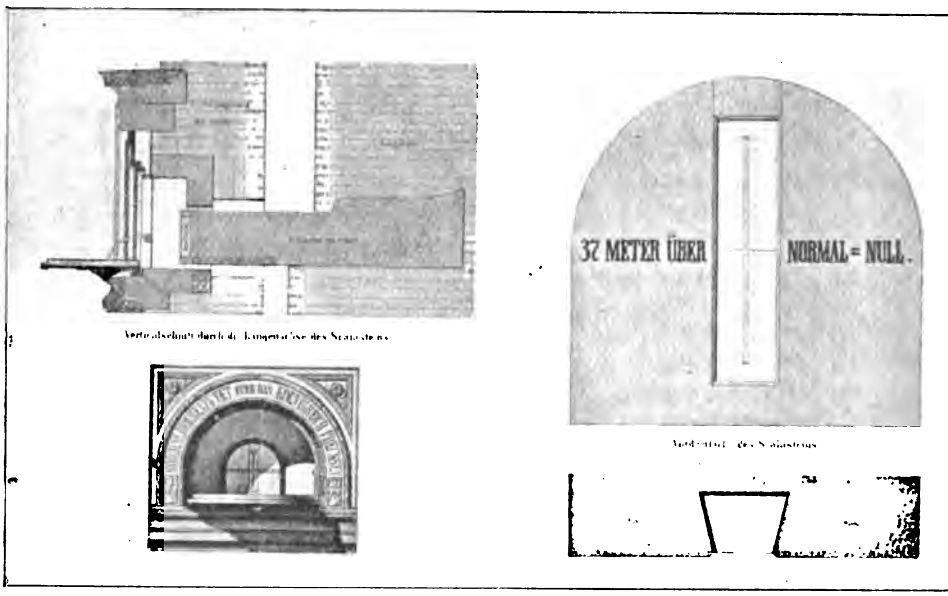
Die Höhenzählung geschah früher von einer sehr grofsen Zahl natürlicher oder künstlicher Nullpunkte aus.

Um die in Gebrauch befindlichen zahllosen Pegel und Spezial-Nullpunkte zu beseitigen und einen gemeinsamen und festen Ausgangspunkt für alle Höhenmessungen an ihre Stelle zu setzen, wurden

von der internationalen Erdmessung die Europa begrenzenden Meere durch genaue Nivellements mit einander verbunden und die Höhenlage ihrer Mittelwasser nach den Pegelbeobachtungen ermittelt. Es ergab sich hieraus, dafs diese mittleren Meereshöhen nicht genau übereinstimmten, sondern bis zu mehreren Decimetern von einander abwichen, was teilweise in wirklichen Unterschieden der mittleren Meeres-Höhen, zum Teil aber auch in den Beobachtungsfehlern der Nivellements auf so grofse Strecken seinen Grund hat. Da nun jede spätere Neumessung wieder etwas andere Resultate liefern wird, so dafs an einem derart festgelegten gemeinsamen Nullpunkt fort und fort Korrekturen angebracht werden müfsten, um seine Lage den neuen und immer genauer ausgeführten Nivellements entsprechend zu gestalten, so wurde auf der 10. allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung zu Brüssel im Jahre 1892 beschlossen: „Von der Wahl eines gemeinsamen Nullpunktes der Höhen in Europa wird abgesehen. Für die wissenschaftlichen Zwecke der Geodäsie werden die Meereshöhen mit Hülfe von Nivellements nach den benachbarten Küsten des Atlantischen Ozeans, des Mittelländischen und Adriatischen Meeres und der Ostsee abgeleitet, wobei solche Stellen auszuwählen sind, an denen das Mittelwasser voraussichtlich aus theoretischen Gründen oder erfahrungsmäfsig keine Anomalien darbietet. Es ist aber andererseits eine fortdauernde Aufgabe des Centralbureaus der internationalen Erdmessung, die Ergebnisse der einzelnen Länder zu sammeln, zu vergleichen und zu verknüpfen, sowie insbesondere die gegenseitige Lage der Spezial-Nullpunkte festzustellen."

Ein solcher Spezial-Höhenpunkt wurde für das Königreich Preufsen am 22. März 1879 von der trigonometrischen Abteilung der Preufsischen Landesaufnahme an einem Pfeiler der Berliner Sternwarte festgelegt. Zunächst nur für Preufsen bestimmt, ist derselbe in der Folge für die einheitliche Höhenzählung im ganzen Deutschen Reiche mafsgebend geworden. In dem offiziellen Berichte „der Normal-Höhenpunkt für das Königreich Preufsen" etc., Berlin 1879, wird über seine Festlegung eingehender berichtet. Die Höhenmessungen im Preufsischen Staate wurden vorher auf verschiedene, für den jedesmaligen Zweck gewählte Nullpunkte bezogen. Während ein grofser Teil von Behörden und Privaten seine Höhenangaben vom Nullpunkte eines Meerespegels, insbesondere des Amsterdamer oder des Swinemünder Pegels zählte, zog es ein anderer Teil vor, das an einem Hafenorte der Ost- oder Nordsee beobachtete Mittelwasser als Ausgangspunkt zu nehmen, oder aber seinen Spezialvermessungen

den Nullpunkt eines in der Nähe liegenden Flufspegels oder einen andern geeignet erscheinenden Ausgangspunkt zu Grunde zu legen. Diese verschiedenen Höhenzählungen stimmten beim Zusammentreffen der von ihnen ausgehenden Nivellements keineswegs überein, sondern zeigten Abweichungen bis zu Beträgen, welche beim Eisenbahnbau, Wasserbau etc. sich in der störendsten Weise fühlbar machten. Die Ursache dieser Mannigfaltigkeit der Höhenzählung lag darin, dafs es an einem genauen zusammenhängenden Nivellementsnetze fehlte, um die in den verschiedenen Landesteilen ausgeführten Nivellements mit-



Der Normal-Nullpunkt des Deutschen Reiches am Nordpfeiler der Kgl. Sternwarte in Berlin.

einander zu verbinden und auf einen gemeinsamen Nullpunkt zu beziehen. Nachdem aber die Präzisions-Nivellements der Preufsischen Landesaufnahme so weit vorgeschritten waren, dafs sie namentlich den nördlichen Teil des Preufsischen Staates mit einem zusammenhängenden Netze bedeckten, glaubte man mit Recht dem sich immer dringender fühlbar machenden Bedürfnisse nach einheitlicher Höhenzählung durch Festlegung eines Normal-Ausgangspunktes für alle staatlichen Nivellements entsprechen zu sollen. Bei der Wahl des Ortes kam vor allem in Betracht die möglichst sichere und unveränderliche, sowie auch hinreichend centrale Lage, um die nötigen Anschlüsse und Höhenübertragungen thunlichst kurz und sicher zu ge-

stalten. Der ersteren Forderung entspricht die Meeresküste jedenfalls weit weniger als ein alter, durch Hebungen oder Senkungen, nachweislich längere Zeit hindurch nicht beeinflufster Alluvial-Boden, wie z. B. derjenige von Berlin und Umgebung, dessen Lage zugleich auch der zweiten Forderung gerecht wird. Man beschlofs daher nach eingehenden Erwägungen, den Normal-Höhenpunkt an einem tief und fest fundierten Pfeiler der Berliner Sternwarte anzubringen, als demjenigen Orte, welcher allen Anforderungen am besten entspricht.

An einem ein halbes Jahrhundert hindurch für astronomische Zwecke systematisch auf seine Unveränderlichkeit mit empfindlichen Wasserwagen geprüften Nordpfeiler wurde ein 1,7 m langer Syenitbalken angebracht, welcher an seiner frei vorstehenden vertikalen Stirnfläche auf einem eingeschobenen Emailleglas eine Millimeterskala von 20 cm Länge trägt, deren Mittelstrich mit der Inschrift 37 Meter über Normal-Null den Normal-Höhenpunkt bezeichnet. Der eigentliche Nullpunkt aller Höhenzählungen im Deutschen Reiche liegt 37 Meter unter diesem Normal-Höhenpunkte, und sämtliche offiziellen Höhenangaben führen nunmehr die Bezeichnung „Höhen über N. N.", d. h. über Normal-Null. Durch weitmaschige Nivellementsnetze, welche in einer Gesamtausdehnung der Nivellements-Züge von mehr als 16 000 Kilometer das Preufsische Staatsgebiet bedecken, und durch Anschlufs-Nivellements an die Netze der Nachbarstaaten wurde seither dieser Normal-Nullpunkt allseits durch Übertragung leicht zugänglich gemacht und hierdurch in sämtliche im staatlichen Interesse ausgeführten Nivellements, alle Eisenbahn-Nivellements, die Höhenangaben der Karten des ganzen Deutschen Reiches u. s. w. die so lange angestrebte erlösende Einheit gebracht.

(Schlufs folgt.)

Blitzphotographie.

„La structure des éclairs est encore bien peu connue et la photographie est appelée à rendre ici encore de grands services“, schrieb 1888 mit Recht in der „Revue d'Astronomie populaire“ M. Trouvelot. Obwohl seitdem 10 Jahre verflossen, sind die guten Blitzphotographien noch immer selten. Die meisten Bilder leiden an der Entfernung des Blitzes, sodafs kaum mehr als eine dünne Linie auf die Platte kommt. So giebt es von den interessanten Bandblitzen nur sehr wenig Aufnahmen, und von diesen zeigen fast alle nur mit Hülfe der Vergröfserung die auffallenden Merkmale dieser elektrischen Entladung. Wie selten diese Bandblitze photographiert sind, ergiebt sich daraus, dafs noch M. Trouvelot schrieb: „Cette forme rubanée de la foudre ne saurait, croyons-nous, être attribué à une illusion quelconque, ou bien à un défaut de mise au point.“

Bandblitzphotographien wurden, soviel mir bekannt, nur aufgenommen und veröffentlicht von M. Trouvelot am 24. Juni 10^{h} 30^{m} 1888 in Paris (Revue d'Astronomie populaire), von Mr. Bishop in Bath am 22. August 1^{h} 35^{m} 1895 (Knowledge), von Herrn Piltschikoff-Odessa am 26. Mai 8^{h} 30^{m} abends 1895, und von Herrn Dr. Precht-Heidelberg am 25. Juli 9^{h} 10^{m} 1894, die erste in „Comptes rendus“, die letzte in „Himmel und Erde“ veröffentlicht. Endlich, last not least, haben wir die am 16. Juli 1884 10^{h} abends von Herrn Professor Kayser aufgenommene und in den Annalen der Physik und Chemie veröffentlichte Photographie zu erwähnen, die damals als erste Abbildung allgemeines Aufsehen erregte. Alle diese Beschreibungen des Bandblitzes, die wegen der Seltenheit der Erscheinung ausführliche sind, stimmen auffallend überein. Mir gelang es, am 23. August 6^{h} 35^{m} abends 1898 von der Hamburger Sternwarte aus einen Bandblitz aufzunehmen, der in die Deutsche Seewarte einschlug. Hier haben wir den seltenen Fall, dafs die Entfernung des Einschlagepunktes

vom Aufnahmepunkt genau bekannt ist; sie beträgt 500 m. Aus der Brennweite des Objektivs von 22 cm ergiebt sich daher die Blitzbreite zu etwa 10 m. Das gleiche Resultat erhalten wir aus der Breite des Ost-Turmes der Seewarte, die 8 m in nat. Grösse, 0,4 cm im Apparat beträgt, und der Blitzbreite auf der Platte von 0,5 cm. Diese Breite stimmt mit der Berechnung des Herrn Piltschikoff, dessen Bandblitz auf 12 m 50 cm angegeben wird, gut überein.

Auch auf physikalischem Wege ist es gelungen, dem Bandblitz ähnliche Funken zu erzeugen, die auf der Photographie die Hauptmerkmale deutlich zeigten und manches Rätselhafte dieser älteren Erscheinung klarlegten. Auf Grund dieser Beobachtungen ist es zweifellos, dafs der Wind Einflufs auf die Bandform des Blitzes ausübt.

Die Hauptmerkmale sind kurz folgende: An einem Rande des Blitzes befindet sich immer eine besonders helle Linie, die nach der Bandseite hin horizontale kleine Stäbchen auszustrahlen scheint; diese Linie ist erwiesenermafsen der Anfangsfunke. Von diesem Hauptblitz allein gehen auch die Seitenverästelungen aus, die man stets mehr oder minder deutlich bis zur Hauptlinie verfolgen kann. Auf unserer Photographie sind die Verästelungen, zwei rechts, zwei links, nur schwer zu erkennen. Die Form der Erscheinung ist die eines leichten, dunklen Seidenbandes, das von hellen, senkrechten Fäden durchzogen, im Winde flattert. Herrn Trouvelot gelang es sogar, eine Drehung eines derartigen Blitzbandes zu photographieren. Wie das Band von hellen Fäden so ist der Blitz von einer Reihe mehr oder minder hell leuchtender Linien durchzogen, deren Zahl keine bestimmte ist. Die wellenförmigen Krümmungen der Linien sind einander parallel, der Abstand bleibt immer derselbe. In der Mitte des Blitzes befindet sich ein bisher unerklärter, dunkler, breiter Zwischenraum. Auch die merkwürdigen horizontal und parallel gehenden Seitenstrahlen des Anfangsblitzes, die denselben aber kaum berühren, entbehren bisher einer bestimmten Erklärung, wie überhaupt die ganze Erscheinung noch viel Rätselhaftes darbietet. Sicher ist wohl nur, dafs der Wind eine Hauptrolle bei dieser Blitzform spielt. Jede Blitzentladung dauert bedeutend längere Zeit als die, welche wir auf physikalischem Wege herstellen können. Man kann also eine mehrfache Entladung in sehr kurzen Zwischenräumen annehmen, mag diese nun von oben nach unten allein oder auch, wie Prof. Kayser annimmt, abwechselnd nach unten von oben und von unten nach oben vor sich gehen. Treibt nun der Wind, der damals aus West-Süd-West kam, — die Photographie ist in Südrichtung aufgenommen — den erhitzten

Luftkanal des Anfangblitzes zur Seite, so kann eine solche Erscheinungsform wie der Bandblitz entstehen. Die Windstärke, zur Zeit des Gewitters auf der deutschen Seewarte gemessen, betrug 14 m in der Sekunde, doch wird dieselbe in den höheren Regionen, von denen der Blitz ausging, eine bedeutend gröfsere gewesen sein, und dürften die aufeinander folgenden Entladungen des 10 m breiten Blitzes innerhalb einer halben Sekunde erfolgt sein. Mir ist eine besonders lange Dauer des Blitzes nicht aufgefallen, dagegen war der Donner, der gleich darauf erfolgte, von einem gewaltigen Krachen begleitet. Die Seewarte selbst war, wie Augenzeugen berichten, von einem Flammenmeer umgeben, ohne dafs der Schlag aufser in den Telephon- und Telegraphenleitungen ernstlichen Schaden anrichtete.

Sehr wünschenswert wäre es, wenn die grofse Zahl der Amateurphotographen dieser interessanten Erscheinung der elektrischen Entladung noch mehr Aufmerksamkeit zuwenden würde, da auf diesem Wege sehr viel zur Lösung der noch offenen Fragen beigetragen werden kann.

George A. L. Rümker.

Das Nordlicht vom 9. September.

Das gewifs von vielen unserer Leser bewunderte Nordlicht war eine so glänzende Erscheinung, wie sie seit 1870 in unseren Gegenden nur sehr selten gesehen worden ist. In Berlin erreichte das Phaenomen, welches im ganzen etwa eine halbe Stunde währte, um 9 Uhr 45 Minuten seinen Höhepunkt. Zahlreiche, mehrere Grad breite Lichtbündel von vorwiegend grüner und auch roter Farbe*) durchzogen wie die Strahlen einer Reihe von Scheinwerfern parallel dem magnetischen Meridian das Himmelsgewölbe bis fast zum Zenith, fortwährend ihre Helligkeit und ihren Ort verändernd, was am deutlichsten mit Hilfe der Sterne des grofsen Bären bemerkt werden konnte, die mitten durch das Nordlicht hindurch schimmerten. Da am Osthimmel von den westlichen Berliner Vororten aus zur gleichen Zeit ein intensiver Feuerschein sichtbar war, der von einer brennenden Scheune herrührte, so befand sich das Publikum vielfach im Zweifel, ob es sich hier wirklich um ein Nordlicht oder nur um einen Widerschein jenes Feuers handle. Inzwischen sind nun aus allen Teilen des nördlichen Europa Nach-

*) Die grüne Strahlung des Nordlichts (von der Wellenlänge 557 $\mu\mu$) soll nach Berthelot von dem jüngst durch Ramsay und Travers als Bestandteil der Atmosphäre entdeckten Krypton herrühren.

richten über das Nordlicht eingelaufen. Man hat es z. B. auch bei Paris, sowie in England und Dänemark gesehen, in letzterem Lande sogar noch glänzender als in Deutschland. Auch die regelmäfsigen erdmagnetischen Nebenwirkungen sind nicht ausgeblieben. In Greenwich begann die Störung der Magnetnadel schon bald nach 2 Uhr nachmittags. Namentlich die Vertikal-Intensität des Erdmagnetismus erfuhr eine viele Stunden anhaltende Schwankung, aber auch die Ablenkung der Deklinationsnadel von der normalen Lage betrug zwischen 7 und 9 Uhr nicht weniger als einen vollen Grad. Erst gegen Morgen beruhigten sich die feinfühligen Instrumente. Die Ursache dieser magnetischen Störungen sucht man in Erdströmen, welche mit den uns als Nordlicht sichtbar werdenden elektrischen Entladungserscheinungen in den höheren Luftschichten Hand in Hand gehen. Auf der Telegraphenstation in Fredericia klingelten, wie jedenfalls auch an vielen anderen Orten, infolge dieser Erdströme die elektrischen Alarmapparate von selbst, und das Telegraphieren war in hohem Grade erschwert.

Die kosmische Veranlassung zu diesen aufsergewöhnlichen Ereignissen bot sich uns in Gestalt einer gewaltigen Sonnenfleckengruppe dar, die gerade zur gleichen Zeit den Zentralmeridian der Sonne passierte. Da wir gegenwärtig einer Periode des Minimum der Sonnenfleckenhäufigkeit entgegengehen, so war das Erscheinen dieser grofsen Fleckengruppe von vornherein etwas Auffallendes und liefs ungewöhnliche Wirkungen erwarten. Warum aber die sichtbare Wirkung in solchem Falle nicht früher als gerade an dem Tage erkennbar wird, an welchem der Fleck infolge der Rotation in den Mittelmeridian der Sonne gerückt ist, ist eine Frage, die noch der Lösung harrt.

In England und Frankreich hat man übrigens den grofsen Sonnenfleck vielfach auch noch für die abnorme Hitze und Dürre verantwortlich gemacht, welche in diesen Ländern während der zweiten Hälfte des August und des gröfsten Teils des September geherrscht haben, jedoch ist in diesem Falle der ursächliche Zusammenhang durchaus noch nicht nachgewiesen, ja sogar bei genauerer Überlegung recht unwahrscheinlich. F. Kbr.

Die Röntgenstrahlen, welche der Elektrizität ihre Entstehung verdanken, vermögen gelegentlich ihrer Erzeugerin ebenfalls einen Dienst zu erweisen, indem sie eine eigenartige Untersuchung der bei elektrischen Installationen gebrauchten Materialien gestatten.

Materialuntersuchungen in weiterem Umfange, z. B. die Erkennung von Blasen und sonstigen Strukturfehlern in Metallteilen, waren neben den in erster Linie stehenden medizinischen Ergebnissen dasjenige, was man an praktisch verwertbaren Resultaten von den Röntgenstrahlen erhoffte. Der Verwirklichung dieses Gedankens steht indes die immerhin grofse Undurchlässigkeit der Metalle — selbst gegenüber den kräftigen modernen Arten von Röntgenröhren — im Wege, die eine bequeme Anwendung des in Rede stehenden Hülfsmittels erschwert, wenngleich selbst die Durchleuchtung dickerer Metallteile keineswegs unmöglich ist. Als Beispiel für das letztere sei erwähnt, dafs man mehrfach das Werk einer Taschenuhr durch die metallenen Kapseln hindurch photographiert hat, ja Röntgen selbst hat u. a. eine interessante Aufnahme eines Lefaucheuxgewehres mit Doppellauf angefertigt, in welchem zwei Patronen steckten. Nicht nur diese waren erkennbar, sondern auch die Deckpfropfen; dabei mufsten die Strahlen vor und hinter den Patronen je eine etwa 3 mm starke Stahlschicht durchdringen.

Bei den elektrotechnischen Materialien handelt es sich indes nicht ausschliefslich um Metalle, sondern auch um die isolierenden Stoffe, wie Hartgummi, Glimmer, Porzellan oder etwa neuerdings erfundene Isolatoren, wie Stabilit, Ambroin u. a. m. Alle diese Körper sind erheblich durchlässiger als die Metalle, und deshalb ist es, wie Dr. Levy in der Elektrotechnischen Zeitschrift (1898, Heft 38) schreibt, hier durchaus möglich, Fehler aufzufinden, z. B. gröfsere Blasen, Sprünge oder eingeschlossene Metallteile zu erkennen. Es ist ferner ein leichtes, bei den verarbeiteten Gegenständen zu konstatieren, wie weit das leitende Metall, wie weit das Isoliermaterial reicht. Eine Anwendung hiervon ist auch bereits für die Untersuchung von Isolationsmaterialien für Strafsenbahnen gemacht worden, um festzustellen, ob die zur Aufnahme der Kontaktleitung einerseits, der Spanndrähte andrerseits dienenden Metallteile durch eine genügende Schicht von Isoliermaterial von einander getrennt sind.

Die Einfachheit der Methode, welche die Materialien in keiner Weise beschädigt, gestattet nicht blofs, wie früher, eine Stichprobe, sondern einen grofsen Prozentzatz derselben einer Kontrolle zu unterwerfen. Sp.

Bibliographisches

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 9. Auflage von Prof. Dr. Pfaundler, unter Mitwirkung des Prof. Dr. Lummer. II. Band, 2. Abteilung. Braunschweig 1898. Verlag von Vieweg und Sohn. Preis geb. 12 M.

Durch den vorliegenden, die Wärmelehre umfassenden Band ist das in weiten Kreisen rühmlichst bekannte Werk in neunter Auflage komplett geworden. Was den rein physikalischen Teil dieses Bandes betrifft, so ist derselbe in sachgemäfser Weise sorgfältig dem gegenwärtigen Stande der Forschung angepafst worden. Dabei ist von der graphischen Darstellung des thermischen Verhaltens der Körper bei den verschiedensten Zustandsänderungen noch ausgiebiger als bisher Gebrauch gemacht worden, was die Anschaulichkeit gewifs nur erhöhen kann. Ob manche neu eingeschaltete Paragraphen, wie z. B. diejenigen über die Gibbssche Phasenregel für den Anfänger ausreichend verständlich sein werden, erscheint uns zweifelhaft. Auffallend ist es, dafs in einem so gründlichen Lehrbuche der Wärme, das die Jahreszahl 1898 trägt, noch nichts von dem überaus merkwürdigen, thermischen Verhalten der Stahl-Nickel-Legierungen zu finden ist, das doch wenigstens in einem Nachtrag hätte erwähnt werden sollen. Auch neuere, höchst schätzbare Demonstrationsapparate, wie Loosers Thermoskop und Rebenstorffs Farbenthermoskop, hätten doch wohl einige Worte verdient. Weit störender aber als diese Lücken empfinden wir das mit der wissenschaftlichen Höhe, welche das Werk sonst einnimmt, stark kontrastierende Schlufskapitel über die meteorologischen Erscheinungen. Die Meteorologie ist im Laufe der Jahre zu einer so umfassenden Disziplin geworden, dafs sie unmöglich als ein Appendix der Wärmelehre behandelt werden kann. Konnte der Herausgeber nicht auch für dieses Spezialgebiet eine geeignete Kraft gewinnen, wie es bei der Optik möglich war, so hätte er auf das Hineinziehen der Meteorologie lieber verzichten und den Leser auf Müller-Pouillets kosmische Physik verweisen sollen. Im vorliegenden Bande wird die Ablenkung der Winde immer noch aus der Veränderung der geographischen Breite statt aus der Erhaltung der Bewegungsrichtung erklärt; in höheren Breiten kämpft noch immer nach Altmeister Dove der Äquatorialstrom mit dem Polarstrom, ohne von den barometrischen Minima und Maxima etwas zu wissen. Der Regen entsteht (§ 186) hauptsächlich dadurch, dafs südwestliche Winde feuchte Luft in nördlichere und daher kältere Gegenden bringen; von der Bedeutung des vertikal aufsteigenden Luftstroms wird aber kein Wort gesprochen. Das sind Anachronismen, wie sie in einem sonst so trefflichen Werke unseres Erachtens nicht hätten unterlaufen dürfen. Hoffen wir, dafs nach dieser Richtung hin wenigstens bei der Bearbeitung der nächsten Auflage Wandel geschaffen wird, damit der altbewährte Müller-Pouillet wirklich ein „Standard work“ bleibe, auf das man sich in jeder Beziehung verlassen kann.

.F. Kbr.

Dr. C. Kaiserling: Praktikum der wissenschaftlichen Photographie. Mit 4 Tafeln und 193 Abbildungen im Text. Berlin 1898, Gustav Schmidt. Preis geh. 8 M.

Es giebt keine „wissenschaftliche“, „künstlerische“ u. s. w. Photographie, sondern überhaupt nur eine Photographie schlechtweg — diese These verteidigt Verf. am Anfang des Kapitels über die Aufnahme. Wenn er für sein mit vieler Liebe schwungvoll verfafstes und durch vortrefflich ausgewählte Illustrationen gediegen ausgestattetes Werkchen trotzdem den obigen Titel gewählt hat, so wollte er dadurch nur so kurz als möglich angeben, dafs man hier ein Lehrbuch der Photographie mit besonderer Rücksicht auf die Anwendungen dieser stolzen Tochter des 19. Jahrhunderts zu Nutz und Frommen wissenschaftlicher Forschung und wissenschaftlichen Unterrichts vor sich hat.

Nach einem einleitenden Kapitel über das Licht, wobei von der spektralen Zerlegung desselben ausgegangen wird, folgt dementsprechend zunächst eine knappe, aber dabei recht gründliche Darstellung der photographischen Technik, die auch für den Anfänger jedes Zurückgreifen auf andere Anleitungen zum Photographieren unnötig macht. Dabei hat Verf. in der photographischen Optik auf mathematische Formeln durchaus verzichtet und trotzdem versucht, ein wirkliches Verständnis aller in Betracht kommenden Erscheinungen bis zum Astigmatismus an der Hand anschaulicher Figuren zu vermitteln. Diese schwierige Aufgabe scheint uns auch in reichem Mafse gelungen zu sein, wenn auch manches sich eben in so elementarer Weise niemals wird völlig erklären lassen. So ist z. B. die Beseitigung der Verzeichnung durch Figur 31 doch nur recht unvollkommen erläutert, denn danach scheint nicht der Abbildungsfehler, sondern überhaupt die Linsenwirkung beseitigt. Tritt der Strahl A parallel zu sich selbst aus, so müfste ja die Kombination nur wie ein planparalleles Glas wirken. — Die letzten vier Kapitel befassen sich mit den Methoden zur wissenschaftlichen Verwertung der Photographie, indem sie nach einander die Vergröfserung und Mikrophotographie, die Stereoskopie, die Radiographie mit Röntgenstrahlen und die Photographie in natürlichen Farben nebst den wichtigsten photographischen Reproduktionsverfahren behandeln. —

Man könnte dem Buche mit einem gewissen Recht den Vorwurf der Unvollständigkeit machen, da die astronomische Photographie und das Mefsbildverfahren ganz und gar unbeachtet geblieben sind, obzwar sie doch zu den wichtigsten und an schönen Erfolgen überreichen, wissenschaftlichen Anwendungen der Photographie gehören. Offenbar hat sich der Verf. indessen nur deswegen von der Aufnahme dieser Gebiete abhalten lassen, weil er als Mediziner in denselben nicht selbst gearbeitet hat. In der That wird der erwähnte Mangel durch den Umstand wohl völlig ausgeglichen, dafs in allem, was das Buch bietet, die eigene reiche Erfahrung des Verfassers sich ausspricht, und dafs die Kompilation des Stoffes aus anderen Werken völlig verschmäht wurde. Die Photographie ist eben heute schon ein so vielverzweigtes Gebiet, dafs ein Mensch unmöglich alle ihre Teilgebiete beherrschen kann; die Vielseitigkeit der photographischen Thätigkeit des Verfassers ist ohnedies eine erstaunliche. Wie in der Auswahl des Stoffes, so prägt sich auch in der ganzen Darstellung und in dem Urteil über Apparate und Methoden ein starker Subjektivismus aus, der jedoch eine flotte jugendliche Schreibweise ermöglichte, die jedenfalls auf den Leser viel anregender wirkt als die an sich ja höchst schätzenswerte, aber etwas greisenhafte Objektivität zaghafterer Naturen. Mag auch manches Urteil des Verfassers berechtigten Widerspruch finden — so scheinen z. B. die abfälligen Bemerkungen über Selles Verfahren

der Photographie in natürlichen Farben etwas ungerecht —, das Buch ist sicherlich eine höchst dankenswerte und für den Anfänger im wissenschaftlichen Photographieren sehr nutzbringende Anleitung, die ihm die gesamte Erfahrung eines lebhaft und vielseitig thätigen Praktikers zugänglich macht.

F. Kbr.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Blaas, J., Katechismus der Petrographie (Gesteinskunde). Mit 86 in den Text gedruckten Abbildungen. Zweite vermehrte Auflage. Leipzig, J. J. Weber, 1898.

Bley, Fr., Botanisches Bilderbuch für Jung und Alt. Zweiter Teil, umfassend die Flora der zweiten Jahreshälfte, 216 Pflanzenbilder in Aquarelldruck auf 24 Tafeln. Mit erläuterndem Text von H. Bredow. Berlin, Gust. Schmidt, 1898.

Blücher, H., Der praktische Mikroskopiker. Allgemein verständliche Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops und zur Anfertigung mikroskopischer Präparate nach bewährten Methoden, zugleich ein praktisches Hilfsbuch für Pharmazeuten, Droguisten, Gärtner, Landwirte, Fleischbeschauer und Naturfreunde. Mit 120 Beobachtungen und 35 Abbildungen im Text. Leipzig, Lehrmittel-Anstalt, 1898.

Bölsche, W., Charles Darwin. Mit einem Bildnis (Bibliographische Volksbücher No. 32—35). Leipzig, R. Voigtländer's Verlag, 1898.

Brandis, W., Rechtsschutz der Zeitungs- und Bücher-Titel. Ein Beitrag zur ungenügenden Bekämpfung des unlauteren Wettbewerbs durch die Gerichte. Berlin, Franz Lipperheide, 1898.

Dreher, E., und K. F. Jordan, Untersuchungen über die Theorie des Magnetismus, den Erdmagnetismus und das Nordlicht. Berlin, Jul. Springer, 1898.

Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Württemberg im Jahre 1897. Mitteilungen der mit dem Königl. Statistischen Landesamt verbundenen Meteorologischen Centralstation. Bearbeitet von Dr. L. Meyer, unter Mitwirkung von Prof. Dr. Mack. Mit 2 Uebersichtskarten. Stuttgart, Metzler'sche Buchdruckerei, 1898.

Fortschritte der Physik im Jahre 1897. Dargestellt von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. 53. Jahrgang. Erste Abteilung: R. Börnstein, Physik der Materie. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1898.

Günther, Ludw., Kepplers Traum vom Mond. Mit dem Bildnis Kepplers, dem Faksimiletitel der Originalausgabe, 24 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Leipzig, B. G. Teubner, 1898.

Jahrbuch der Meteorologischen Beobachtungen der Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung im Jahre 1896. Herausgegeben von Rud. Weidenhagen. Mit einem Vorwort von Professor Assmann in Berlin. Band XV, Jahrgang XVI, 1898.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Offizielle Publikation: Jahrgang 1894, Neue Folge XXXI. Band, Wien 1898. Jahrgang 1897, Neue Folge XXXIV. Band, Wien 1898. Wilhelm Braumüller.

Klinkert, W., Das Licht, sein Ursprung und seine Funktion als Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Schwere und Gravitation. Leipzig, Wilh. Friedrich.

Lang, O., Wie wächst das Erz? Mit 20 Abbildungen und einer Buntdrucktafel. Hamburg, 1898.

Pizzighelli, G., Anleitung zur Photographie. Neunte Auflage. Mit 156 in den Text gedruckten Abbildungen und 26 Tafeln. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1898.

Plassmann, J., Himmelskunde. Versuch einer methodischen Einführung in die Hauptlehren der Astronomie. Mit einem Titelbild in Farbendruck, 216 Illustrationen und 3 Karten. Freiburg i. B., Herdersche Verlagshandlung, 1898.

Rosenberger, F., Die moderne Entwickelung der elektrischen Prinzipien. Fünf Vorträge. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1898.

Schobloch, A., Bahnbestimmung des Kometen 1847 V (Brorsen). Wien, C. Gerold's Sohn, 1898.

Schulze, F., Nautik, kurzer Abrifs des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Mit 56 Abbildungen. Leipzig, G. S. Göschen, 1898.

Sewell, R., Eclipses of the moon in India. London, Swan, Sonnenschein & Co, 1898.

Valenta, Ed., Photographische Chemie und Chemikalienkunde mit Berücksichtigung der Bedürfnisse der graphischen Druckgewerbe. I. Teil: Anorganische Chemie. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1898.

Wellisch, S., Das Alter der Welt. Auf mechanisch-astronomischer Grundlage. Leipzig, A. Hartleben's Verlag.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für Dezember und Januar.

Der Sternhimmel. Der Anblick des Himmels um Mitternacht während der Monate Dezember und Januar ist der folgende: Um Mitte Dezember kulminieren die Sternbilder des Hasen, Orion, Ziege, Fuhrmann und der östliche Teil des Stiers (Aldebaran gegen 11 h abends), im Januar das Einhorn, der kleine Hund, Zwillinge und Luchs. Dem Untergange nähert sich um Mitternacht das Sternbild des Pegasus (β Pegasi geht nach 2 h morgens resp. nach Mitternacht unter), der Wassermann verschwindet zwischen 9—10 Uhr, etwas früher der Adler (zwischen 9 und 7 Uhr abends); in den ersten Morgenstunden gehen Walfisch und Stier unter (zwischen 2 und 4 h resp. 4 und 6 h morgens). Im Aufgange ist um Mitternacht Bootes, ihm folgt bald die Wage (3—4 h morgens) und Jungfrau (Spica geht um ³/₄3 h resp. ¹/₂1 h morg. auf), später noch der Skorpion (7 h resp. 5 h morgens). Die Zwillinge sind schon in den ersten Abendstunden am Osthimmel sichtbar, alsbald auch der grofse Löwe (Regulus um 8—9 h abends) und der Orion. Sirius wird um ¹/₂9 h resp. ¹/₂7 h abends, Procyon eine Stunde früher sichtbar. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtsstunde:

1. Dezember	μ Eridani	(3. Gr.)	(AR. 4 h 40 m	D. — 3° 26′)
8. „	α Aurigae	(1. Gr.)	5 9	+ 45 54
15. „	σ Orionis	(4. Gr.)	5 33	— 2 39
22. „	ν „	(5. Gr.)	6 2	+ 14 47
29. „	γ Geminor.	(2. Gr.)	6 32	+ 16 29
1. Januar	ϑ „	(3. Gr.)	6 46	+ 34 5
8. „	λ „	(4. Gr.)	7 12	+ 16 43
15. „	β „	(1. Gr.)	7 39	+ 28 16
22. „	ι Navis	(3. Gr.)	8 3	— 24 1
29. „	δ Cancri	(4. Gr.)	8 39	+ 18 32

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind:

R Aurigae (irregulär, Maximum 6.7. Gr.)
η Geminorum (Periode 229 Tage, Maxim. 3. Gr.)
R „ („ 371 „ „ 6.7. Gr.)
T Monocerotis (Maxim. 6. Gr. am 6. Dezemb. u. 2. Jan.)
R Cancri („ 7. Gr. „ 15. „)

Von Nebelflecken ist besonders der grofse Nebel im Orion bei ϑ Orionis ausgezeichnet sichtbar, aufserdem mehrere Nebel im Einhorn und in den Zwillingen, ferner der Sternhaufen Krippe im Krebs.

Die Planeten. Merkur ist anfänglich noch eine Zeit vor und nach Sonnenuntergang sichtbar, erreicht am 19. Dezember sein Perihel und steht im Januar vor Aufgang der Sonne wieder am Osthimmel. — Venus geht Anfang Dezember noch kurze Zeit nach der Sonne, bald aber mit derselben unter und wird darauf wieder am Morgenhimmel sichtbar, Mitte Dezember schon 2 Stunden vor Sonnenaufgang, Anfang Januar um 5 h morgens. Am 5. Januar, um welche Zeit Venus den gröfsten Glanz zeigt, steht sie nördlich von α Scorpii; der Weg, den sie während Dezember—Januar beschreibt, zieht sich von β Scorpii bis in den Ophiuchus. — Mars geht nach 8 h abends auf, Anfang Januar vor 6 h abends. Am 15. Januar ist er in Opposition mit der Sonne und erreicht um diese Zeit seine kürzeste Entfernung von der Erde = 0,65. Er bewegt sich im nördlichen Teile des Krebses und steht Ende Dezember fast im Parallel mit Pollux (Zwillinge), etwa 14 Grad östlich von diesem Stern. — Jupiter wird immer zeitiger am Morgenhimmel sichtbar, Anfang Dezember bald nach 4 h morg., Ende Januar nach 1 h morgens. Er befindet sich östlich vom Sterne Spica (Jungfrau) und kommt bis an die Grenze der Wage. — Saturn, nordöstlich von α Scorpii, ist immer besser in den Frühstunden am Osthimmel zu sehen, Ende Januar schon um 5 h morgens. In der zweiten Hälfte Januar kommen Venus und Saturn im Ophiuchus einander ziemlich nahe, Venus geht dann etwa 4 Grad nördlich von Saturn vorüber. — Uranus, ebenfalls am Frühhimmel, ist Anfang Januar vor 6 h, Ende Januar um 4 h morg. über dem Horizonte. Er bewegt sich langsam von β Scorpii gegen Antares hin und befindet sich Ende Januar etwa 4½ Grad nördlich von letzterem. Venus und Saturn findet man um diese Zeit östlich, fast im selben Parallele von Uranus. — Neptun ist die ganze Nacht sichtbar, Ende Januar bis 5 h morgens. Er steht in der Nähe von ζ Tauri (3.3. Gr.)

Für Berlin sichtbare Sternbedeckungen durch den Mond.

			Eintritt		Austritt	
7. Dezember	ι Leonis	(5. Gröfse)	1 h 46 m	morg.	2 h 33 m	morg.
18. „	κ Aquarii	(5.2. „)	5 32	abends	6 1	abends
19. „	κ Piscium	(5.3. „)	4 2	„	5 5	„
29. „	ζ Cancri	(4.6. „)	11 11	„	0 27	morg.

Mond.

Letztes Viert.	am	6. Dezemb.	Aufgang	0 h	25 m	morg.,	Unterg.	mittags			
Neumond	„	13. „		—				—			
Erstes Viert.	„	20. „	„	11	53	vorm.,	„	1 h	15 m	morg.
Vollmond	„	28. „	„	4	26	abends,	„	8	58	„
Letztes Viert.	„	5. Januar	„	1	52	morg.,	„	11	13	vorm.
Neumond	„	11. „		—				—		
Erstes Viert.	„	18. „	„	10	40	morg.,	„	1	35	morg.
Vollmond	„	26. „	„	4	32	abends,	„	7	46	„

Erdnähen: 14. Dezb., 12. Januar; Erdfernen: 2. Dezb., 29. Dezb., 25. Januar.

Mondfinsternis am 27. Dezember, in Deutschland sichtbar.

Anfang 10 h 41 m abends.
Mitte 0 36 morg.
Ende 2 30 „
} Berliner Zeit. Gröfse 16,6 Zoll.

Die beiden partiellen Sonnenfinsternisse vom 13. Dezember und 11. Januar sind in Europa unsichtbar.

Sonne.

	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag	Zeitgleichung	Sonnenaufg. f. Berlin	Sonnenunterg. f. Berlin
1. Dezemb.	16 h 41 m 18.7 s	— 10 m 44.8 s	7 h 52 m	3 h 48 m
8. „	17 8 54.6	— 7 51.7	8 1	3 44
15. „	17 36 30.5	— 4 35.3	8 8	3 44
22. „	18 4 6.4	— 1 7.4	8 12	3 46
29. „	18 31 42.3	+ 2 20.1	8 14	3 51
1. Januar	18 43 32.0	+ 3 46.3	8 13	3 54
8. „	19 11 7.9	+ 6 55.0	8 11	4 3
15. „	19 38 43.8	+ 9 38.9	8 5	4 13
22. „	20 6 19.7	+ 11 49.2	7 57	4 25
29. „	20 33 55.6	+ 13 21.0	7 48	4 38

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Gustav Kirchhoff.

Himmel und Erde.

Die Bedeutung der Wurzel für das Leben der Pflanze.

Von Prof. L. Kny in Berlin.

Wenn die Pflanzen mehr als die Tiere in ihrer äufseren Erscheinung die Wirkung der sie umgebenden Einflüsse wiederspiegeln, so verdanken sie dies in erster Linie ihren Wurzeln, welche sie dauernd an den Boden ketten. Die Tiere vermögen infolge ihrer Beweglichkeit sich schädlichen klimatischen Einflüssen für Stunden oder Tage, ja in gewissen Fällen selbst für ganze Jahreszeiten zu entziehen; sie können sich vor den Angriffen von Feinden in Schlupfwinkeln verbergen, können sich durch Sammeln von Vorräten gegen Nahrungsmangel in ungünstigen Zeiten schützen. Die Pflanzen dagegen müssen Regen und Sonnenschein, Nahrungsfülle und Nahrungsmangel über sich ergehen lassen. Sie müssen befähigt sein, ihren Feinden an Ort und Stelle erfolgreich zu widerstehen, wenn sie ihren Platz im Haushalte der Natur dauernd behaupten wollen.

So sehen wir die Bedeutung der Wurzel weit über ihre nächste Aufgabe hinausgehen.

Diese Aufgabe ist eine doppelte. Sie besteht auf der einen Seite darin, die Pflanzen derart im Boden zu befestigen, dafs allen übrigen Teilen die für ihre Lebensaufgabe notwendige Stellung dauernd gesichert ist, dafs insbesondere die am Stamme und seinen Auszweigungen befestigten Laubblätter die für den Lichtgenufs günstigste Stellung festzuhalten vermögen. Andererseits ist die Wurzel bei fast allen Pflanzen das ausschliefsliche Aufnahmeorgan für die im Wasser gelösten mineralischen Nährstoffe, und diese bilden, wie bekannt, mit der Kohlensäure der Luft fast das alleinige Rohmaterial, aus dessen Umwandelungsprodukten der Pflanzenkörper sich aufbaut.

Wenn wir hier von Wurzeln sprechen, so denken wir in erster Linie an diejenigen der höheren Sporenpflanzen und besonders an die der Blütenpflanzen, wo diesen beiden Aufgaben in vollstem Mafse genügt ist. Unter den Blütenpflanzen erreichen die Wurzeln auch bei zarten, krautartigen Gewächsen nicht selten Längendimensionen, wie sie der Laie nicht vermuten würde.[1]) Sie stellen meist schlanke, cylindrische Gewebekörper von kompliziertem Baue dar, welche sich bald mehr, bald weniger reich verzweigen. Diese Verzweigung wird durch die Vergröfserung, welche die Oberfläche und hierdurch der Reibungswiderstand erfährt, von grofser Bedeutung für die Verankerung der Pflanze im Boden; als wichtigstes Moment für dieselbe tritt hierzu aber noch die ausgesprochen zugfeste Konstruktion der erwachsenen Wurzelteile. Wenn Stürme den oberirdischen Teil der Pflanze aus dem Boden zu reifsen drohen, wird durch sie die normale Stellung des Stammes gesichert.

Die jüngeren Teile der Wurzel dienen in erster Linie der Nahrungsaufnahme. Da die Nährstoffe im Boden meist sparsam vorhanden sind, ist es von gröfstem Werte für die Pflanze, dafs die Wurzeln im allgemeinen rasch in die Länge wachsen und sich meist reichlich verzweigen. Die aufnehmende Oberfläche wird hierdurch allein schon erheblich vergröfsert. In den meisten Fällen treten aber noch besondere, zarte Ausstülpungen, die bekannten „Wurzelhaare“, in geringer Entfernung hinter dem fortwachsenden Scheitel zahlreich hervor und verbreiten sich zwischen den kleinsten Teilen des Bodens (Fig. 1, D). Es ist hierdurch selbst dann eine genügende Aufnahme von Nährstoffen gewährleistet, wenn dieselben, wie dies meist der Fall ist, der Pflanze in sehr verdünnter Lösung dargeboten werden.

Das erste, was bei der Keimung der Samen aus der schützenden Hülle hervortritt, ist das Würzelchen (Fig. 2, bei 7, 9 u. 14). Schon im reifen Samen war es im Keimlinge in Form eines kleinen, gegen das Ende sich verjüngenden Zäpfchens ausgebildet. An der Basis schliefst sich an dasselbe der Keimstengel an, welcher meist ein oder zwei, in Ausnahmefällen mehr als zwei Samenblätter (Cotyledonen trägt. Die junge Stammknospe (Plumula) ist zwischen den Samenblättern meist erst schwach entwickelt. Auf früheren Entwicklungs-

---

[1]) Bei der gelben Lupine (Lupinus luteus) sind solche von 2,32 m, bei der Sandluzerne (Medicago sativa var. media) solche von 2,35 m Länge gemessen worden (vergl. A. Orth im Jahrb. d. deutsch. Landwirtschaftsgesellsch. 7. (1892), S. 330.)

stufen des Samens war die Anlage der Keimpflanze von einem besonderen Nährgewebe umschlossen gewesen. In den meisten Fällen bildet sich dasselbe bis zur Samenreife fort und ist dann im keimfähigen Samen als „Endosperm“ deutlich kenntlich. Ihm fällt die

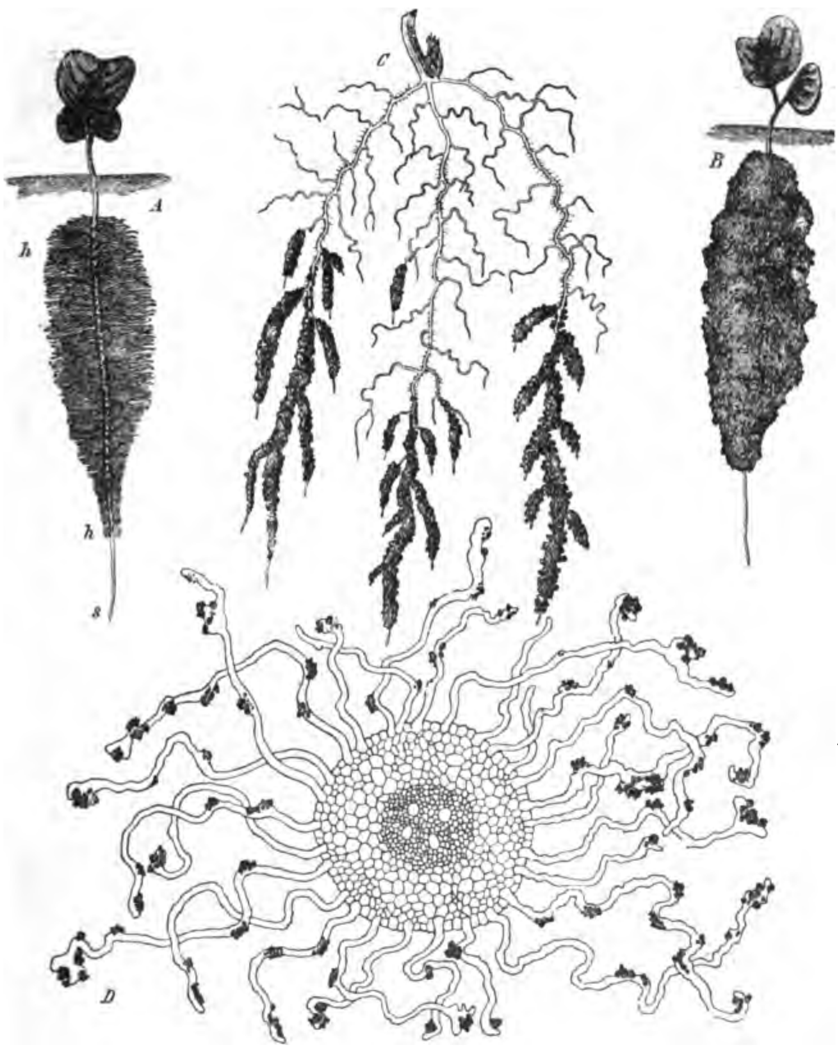


Fig. 1.

A. Keimpflanze des Raps (Brassica Napus). B. Dieselbe; nur sind die den Wurzelhaaren anhaftenden Bodenpartikelchen mit dargestellt. C. Wurzeln einer Getreidepflanze mit der Bodenhülle der jungen Teile. D. Querschnitt einer Wurzel. Die aus der Oberhaut entspringenden Wurzelhaare sind z. T. mit den Bodenpartikelchen verwachsen. (Nach Frank u. Tschirch.)

Aufgabe zu, dem jungen Pflänzchen bei der Keimung wertvolle Bildungsstoffe auf den Weg zu geben (Fig. 2, 9 u. 10). Nicht selten wird dieses Nährgewebe aber schon vor der Samenreife ganz oder bis auf unkenntliche Reste aufgezehrt, und dann sehen wir, wie z. B. bei der Eichel (Fig. 2, bei 6), dem Samen der Rofskastanie, der Erbse,

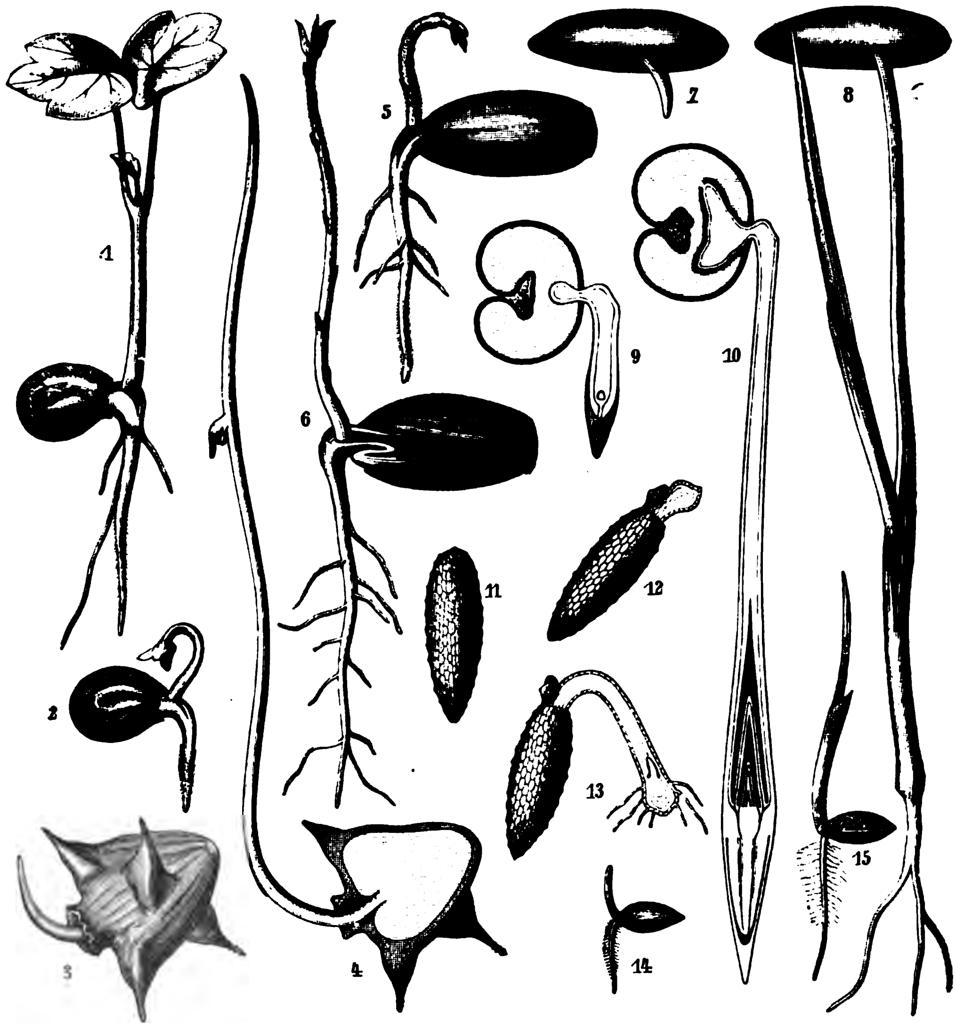


Fig. 2.

Keimende Samen. 1 u. 2. Kapuzinerkresse (Tropalolum majus). 3 u. 4. Wassernufs (Trapa natans). 5 u. 6. Österreichische Eiche (Quercus austriaca). 7—10. Dattelpalme (Phoenix dactylifera). 11—13. Rohrkolben (Typha Shuttleworthii). 14 u. 15. Segge (Carex vulgaris). (Nach Kerner v. Marilaun.) 1—8 in natürlicher Gröfse, 9—10 8fach, 11—13 40fach, 14—15 6fach vergröfsert.

den Keimling unmittelbar von der Samenschale umschlossen. In solchen Fällen liefern die dickfleischigen Samenblätter dem Keimpflänzchen die Baustoffe für seine erste Entfaltung, bis die Wurzel befähigt ist, selbständig Nährstoffe aus dem Boden aufzunehmen, und bis die grünen Laubblätter soweit gediehen sind, dafs sie dieselben verarbeiten können.

Wenn der Landmann oder der Gärtner seinen Samen dem Boden anvertraut, achtet er nicht darauf, welche Lage das Würzelchen zum Erdradius einnimmt. Er hält es für selbstverständlich, dafs die Wurzel ihren Weg in den Boden finden und dafs der Stengel dem Licht zustreben werde. Der wissenschaftliche Botaniker ist weniger leicht befriedigt. Er beobachtet die scharfen Krümmungen, welche alle Teile der Keimpflanzen beim Hervortreten aus der Samenschale ausführen, falls der Zufall ihnen nicht von vornherein die richtige Stellung gegeben hat, und schliefst daraus, dafs sie ein ausgesprochenes Empfindungsvermögen für die Richtung der Schwerkraft besitzen müssen. Dieses Empfindungsvermögen, welches auch bei erwachsenen Pflanzen in mannigfachen Formen zum Ausdruck gelangt, wird als „Geotropismus" bezeichnet. Wendet ein wachsendes Organ, falls es nicht durch andere Kräfte abgelenkt wird, sich dem Erdmittelpunkte zu, so wird es als positiv-geotropisch, wendet es sich vom Erdmittelpunkte hinweg, so wird es als negativ-geotropisch, wächst es in horizontaler Richtung fort, so wird es als transversal-geotropisch oder diageotropisch bezeichnet.

Der Nachweis, dafs die Wurzel der Keimpflanze positiv-, ihr Stengel negativ-geotropisch ist, wurde von dem englischen Pflanzenphysiologen Knight[2]) in einfacher und schlagender Form geliefert. Er befestigte keimende Bohnen-Samen an der Peripherie eines um eine horizontale Achse rotierenden Rades, welches von dem Wasser eines Baches getrieben und gleichzeitig am Rande genetzt wurde. Die Wirkung der Schwerkraft war bei dieser Form der Versuchsanstellung aufgehoben, da die Keimpflänzchen innerhalb kurzer Zeiträume abwechselnd die verschiedensten Stellungen gegen die Lotlinie einnahmen. An die Stelle der Schwerkraft trat aber bei der grofsen Zahl der Umdrehungen (150 in der Minute) die in ihren Wirkungen ähnliche Centrifugalkraft. Unter ihrem Einflusse strebten bei weiterem Wachstum alle Keimwurzeln von der Drehungsachse hinweg, während die Keimstengel sich ihr zuwandten. Wurden die keimenden Samen an der Peripherie

[2]) Philos. Transactions of the Royal Society of London, 1806, Part I, S. 99 ff.

eines um eine vertikale Achse rotierenden Rades befestigt, so wurde die Schwerkraft nunmehr nicht aufgehoben, sondern wirkte mit der Centrifugalkraft zusammen. Alle Keimstengel waren jetzt schief nach innen und oben, alle Keimwurzeln schief nach aufsen und unten gerichtet. Von der gröfseren oder geringeren Geschwindigkeit der Umdrehung hing es ab, welche der beiden richtenden Kräfte die andere überwog.

Bei den aus älteren Stammgliedern hervortretenden Nebenwurzeln und den durch Auszweigung aus den Keimwurzeln hervorbrechenden Seitenwurzeln treten mannigfache Abweichungen von dem Verhalten der Keimwurzeln sowohl in der Stärke der Beeinflussung durch die Schwerkraft, als auch in der Wachstumsrichtung auf. Die Verhältnisse liegen hier sehr verwickelt und bedürfen noch weiterer Klarstellung.[3])

Man versteht, dafs das verschiedene Verhalten der Wurzeln im Interesse der Pflanze liegt. Strebten alle Wurzelauszweigungen dem Erdmittelpunkte zu, so würden sie ein parallel laufendes Büschel im Boden bilden und sich gegenseitig die Nährstoffe streitig machen. Wenn aber, wie es thatsächlich der Fall ist, die letzten Wurzelauszweigungen nur eine sehr geringe oder gar keine Empfindlichkeit gegen die Schwerkraft besitzen, und annähernd in den Richtungen, in welchen sie angelegt werden, fortwachsen, dann wird eine möglichst vollständige Ausnutzung des Bodens für die Zwecke der Ernährung erreicht.

Die Richtungsbewegungen, welche die Keimwurzeln unter dem Einflusse der Schwerkraft ausführen, sind echte Wachstumsbewegungen. Sie finden nur solange statt, als die sich krümmende Region noch in Längsstreckung begriffen ist. Ist das Längenwachstum einer Wurzel abgeschlossen, so lassen sich vorhandene Krümmungen durch eine Veränderung der Lage zur Lotlinie nicht mehr rückgängig machen oder in das Gegenteil überführen. Die Wachstumsbewegung erfolgt mit einer gewissen Kraft; sie vermag gröfsere Widerstände zu überwinden, als dem Gewichte des wachsenden Wurzelteiles entspricht. Deshalb kann man eine Wurzelspitze, falls die älteren Teile straff genug sind, um als Widerlager zu dienen, veranlassen, in Quecksilber einzudringen.[4]) Diese Thatsache ist von grofser Bedeutung für das Leben

---

[3]) Näheres bei Czapek in dem Sitzungsber. der Wiener Akademie, Bd. CIV. (1895), S. 1197 und Jahrb. f. w. Botanik, Bd. 32 (1898), S. 175.

[4]) Siehe die Wiederholung der älteren Pinotschen Versuche bei Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie (1868), S. 22 ff.

der Pflanze. Nur den Kulturpflanzen wird ihr Keimbett durch den Menschen künstlich aufgelockert; die wildwachsenden Pflanzen müssen sich ihren Weg in den Boden zum gröfseren Teile mühsam erzwingen.

Die Region, in welcher die Keimwurzel ihre geotropischen Krümmungen ausführt, fällt mit der Region ihres gröfsten Längenwachstumes zusammen. Diese liegt nicht dicht am Scheitel, sondern mehrere Millimeter weiter rückwärts. Es lag nun die Vermutung nahe, dafs diese Region dieselbe sei, in welcher auch der Reiz der Schwerkraft empfunden werde; der Versuch hat diese Voraussetzung aber nicht bestätigt. Charles Darwin[5]) zeigte, dafs, wenn man vom Ende einer vertikal abwärts gewachsenen jungen Keimwurzel mit einem scharfen Messer ein Stück von 1—2 mm Länge abträgt, der übrig bleibende Teil die Fähigkeit verloren hat, bei horizontaler Lage unter dem Einflusse der Schwerkraft Reizbewegungen auszuführen. Diese Art der Versuchsanstellung läfst aber den Einwurf zu, dafs die Unempfindlichkeit eine Folge des durch Verletzung begangenen Eingriffes in die jungen Gewebe der Wurzel sein könnte. Schlagender ist die von Czapek[6]) gewählte Form der Versuchsanstellung: Er liefs Keimwurzeln, welche durch langsames Rotieren um eine horizontale Achse ihre Empfindlichkeit gegen die Schwerkraft einbüfsten, in je ein rechtwinklig gebogenes, am Ende geschlossenes Glasröhrchen von 1,5—2 mm Schenkellänge hineinwachsen, dessen Form es sich anschmiegte. Wird die Wurzel in einem wasserdampfgesättigten Raume derart horizontal gelegt, dafs die Wurzelspitze nach abwärts schaut, dafs also ein krümmender Einflufs der Schwerkraft ausgeschlossen war, so blieb weiter rückwärts im horizontalen Teile jede geotropische Krümmung aus. Wurde dagegen die Wurzel vertikal aufgestellt, wobei das kurze Endstück horizontal zu liegen kam, so entstand nach einigen Stunden eine Reizkrümmung mit der Konkavität nach der Flanke, welche der Wurzelspitze abgekehrt war, und erreichte schliefslich 90°. Hierdurch wurde die Wurzelspitze in ihre geotropische, vertikal abwärts gerichtete Gleichgewichtslage gebracht.

Diese interessanten Versuche zeigen, dafs bei der Pflanze, ebenso wie beim Tiere, die den Reiz aufnehmende und die auf den Reiz durch Bewegung reagierende Region räumlich getrennt sein können.

Auch von anderen Kräften als der Schwerkraft, werden die Wurzeln in ihrer Wachstumsrichtung beeinflufst. Das Licht, welches

[5]) The power of movements in plants, 1880, S. 523 ff.

[6]) Untersuchungen über Geotropismus (Jahrb. f. w. Bot., XXVII. (1895), S. 243 ff., besonders S. 256—259.)

so wirksam in die Stellung oberirdischer Pflanzenteile eingreift, wirkt auf die Wurzeln im allgemeinen nur in geringem Maſse ein, am erheblichsten noch anf die Luftwurzeln vieler klimmenden Gewächse, wie des Epheu, welche das Licht fliehen und hierdurch die geeignete Stellung erhalten, um ihre Muttersprosse an die Unterlage zu befestigen. Richtend wirken ferner die einseitige Erwärmung, die gröſsere oder geringere Feuchtigkeit des Bodens, elektrische Ströme und wahrscheinlich auch die gröſsere oder geringere Darbietung freien Sauerstoffes. Von ganz besonderer Bedeutung für die Ernährung der Pflanzen ist es, daſs die Wurzeln offenbar auch die Fähigkeit besitzen, von gewissen für sie brauchbaren Stoffen, wenn diese ihnen im Boden in geringer Menge einseitig dargeboten werden, angezogen zu werden und schädliche Stoffe zu fliehen. In diesem Sinne sucht also auch die Pflanze ihre Nahrung auf, wenn auch mit ganz anderen Mitteln als das Tier. In nährstoffreichen Böden erfahren die Wurzeln auch eine sehr viel reichere Auszweigung als in nährstoffarmen. Sie können ihr Substrat infolge dessen vollständiger ausnützen.

Während die Region des lebhaftesten Längenwachstumes, wie wir sahen, sich mehrere Millimeter hinter der fortwachsenden Wurzelspitze befindet, liegt die Region der lebhaftesten Zellteilungen an der Wurzelspitze selbst. Diese ist zusammengesetzt aus einer groſsen Zahl kleiner, sehr zartwandiger und protoplasmareicher Zellen mit je einem groſsen Zellkern (Fig. 3). Den in rascher Folge sich wiederholenden Teilungen geht die Spaltung der Kerne unmittelbar vorher. Bei der sehr raschen Zellvermehrung findet eine Änderung der Form und Anordnung der Teilzellen nur ganz allmählich statt. Dieser Umstand ermöglicht es, aus der Anordnung der Zellen am Vegetationspunkte des Wurzelscheitels einen sicheren Rückschluſs auf die Art der Teilungsfolge zu machen.

Ein so zartes Zellgewebe, wie es den Wurzelscheitel aufbaut, bedarf ganz besonderen Schutzes. Es muſs dafür gesorgt sein, die Wirkungen des im Boden sich mitunter sehr erheblich steigernden Druckes unschädlich zu machen. Die Vegetationspunkte der Laubsprosse, welche ja auch mancherlei Fährlichkeiten ausgesetzt sind, schützen sich in wirksamer Weise durch die jungen, unter ihnen hervortretenden Blattanlagen, welche sich über der Sproſsspitze zusammenwölben und mit ihr die Endknospe bilden. Da den Wurzeln die Fähigkeit abgeht, Blätter zu erzeugen, müssen sie auf andere Weise Rat schaffen. Dies geschieht in wirksamster Weise durch die Bildung einer „Wurzelhaube“. Wir verstehen darunter eine den Vegetations-

punkt der Wurzel bedeckende, kegelförmig zugespitzte Hülle, welche in der Verlängerung der Wurzelachse den gröfsten Durchmesser besitzt und sich nach seitwärts und rückwärts allmählich auskeilt. Ihre jüngsten Schichten sind mit denen des Wurzelkörpers eng verbunden, und die Zellteilungen, welche zu ihrer Fortbildung dienen, gehen mit denen des Wurzelkörpers Hand in Hand (Fig. 3 u. 4). In dem Mafse, wie die Gewebe der Haube an der Grenze des Wurzelkörpers sich

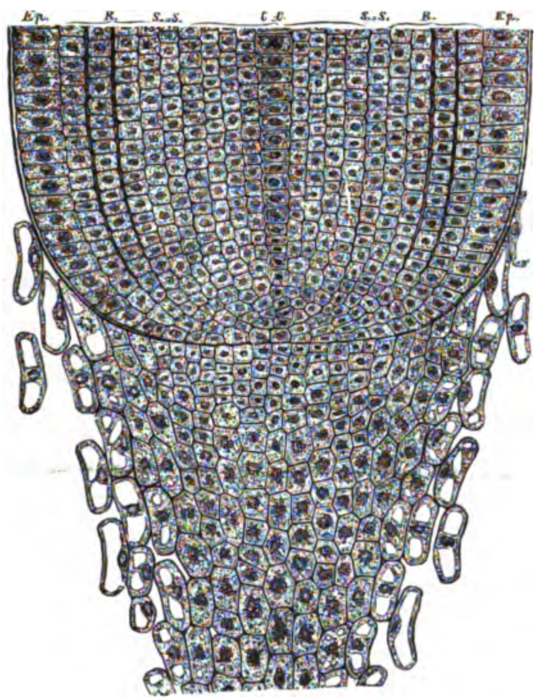


Fig. 3.
Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von Secale cereale.
C.-C. Junger Centralcylinder, am untern Ende in ein abgerundet-kegelförmiges Bildungsgewebe ausgehend. S.-S. Junge Endodermis. R. Das übrige Rindengewebe. Ep. Oberhaut. Die drei letztgenannten Gewebepartien gehen am Scheitel aus einem einschichtigen Bildungsgewebe hervor. Den unteren Teil der Figur nimmt die Wurzelhaube ein, welche ihr eigenes Bildungsgewebe besitzt. — 218 mal vergr.

erneuern, werden die ältesten Teile an der Oberfläche abgestofsen, indem die Zellen sich abrunden und, nachdem ihre Membranen sich gewöhnlich verschleimt haben, im Boden sich ablösen. Die Schleimhülle, welche die junge Wurzelspitze umgiebt, hat gewifs ihre hohe Bedeutung. Sie schützt einerseits die jungen zarten Gewebe vor dem

Austrocknen, andererseits erleichtert sie das Vorwärtsgleiten der Wurzelspitze im Boden.

Bei den meisten Farrnkräutern, den Schafthalmen und einigen nächst verwandten Gruppen der höheren Sporenpflanzen befindet sich am Ende des Wurzelkörpers eine grofse Zelle von der Form einer dreiseitigen Pyramide (Fig. 4, t). Ihre Basis ist der Haube zugekehrt; ihre Spitze ragt in den Wurzelkörper hinein. Die in regelmäfsiger Folge auftretenden Teilungswände sind abwechselnd den vier Aufsen-

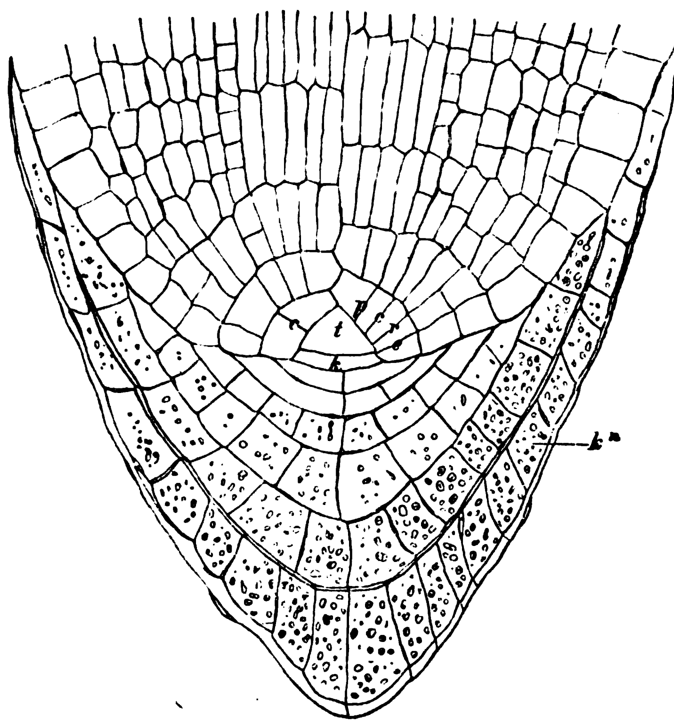


Fig. 4.

Medianer Längsschnitt durch die Wurzel von Pteris cretica (nach Strasburger). t Scheitelzelle. k Wurzelhaube. Die übrigen Buchstaben beziehen sich auf die Abgrenzung der Gewebepartien des Wurzelkörpers. 240mal vergr.

wänden der Pyramide parallel. Es werden dadurch von der Scheitelzelle flache Segmentzellen von dreiseitiger Grundrifsform abgeschnitten. Die basalwärts liegenden bauen durch weitere Teilungen die Haube auf und ersetzen derselben von innen her, was sie durch Abschuppung älterer Zellen an ihrer Oberfläche verliert. Die in drei Reihen schief gegen das Innere der Wurzel abgeschiedenen Segmentzellen bilden

den eigentlichen Wurzelkörper fort. Die Teilungen erfolgen in gesetzmäfsiger Reihenfolge; jeder ihrer Nachkommen ist im Bauplane der Wurzel eine bestimmte Stelle angewiesen.

Nur bei einer beschränkten Anzahl der höheren Sporenpflanzen folgt der Aufbau der Wurzel einer so einfachen Regel. Schon bei einer ihnen nahe verwandten Familie, nämlich bei der Farrngruppe der Marattiaceen, lassen die Gewebe sich nicht mehr von einer einzigen Scheitelzelle, sondern von 4 gleichartigen, benachbarten Zellen ableiten, welche gleichmäfsig um den Scheitel verteilt sind. Bei den Blütenpflanzen komplizieren sich die Verhältnisse mehr und mehr. Man hat hier eine Anzahl verschiedener Typen unterschieden, welche im grofsen und ganzen darin übereinstimmen, dafs nicht alle Gewebe von einer an der Grenze von Wurzelkörper und Haube liegenden Zelle oder Zellengruppe abstammen, sondern, dafs die Gewebesysteme der fertigen Wurzel entweder einzeln oder zu zweien aus getrennten Bildungsgeweben am Scheitel ihren Ursprung nehmen. Es wird für unseren Zweck genügen, dies an einem Falle zu erläutern. Doch ist es für das Verständnis notwendig, vorher den inneren Bau der erwachsenen Wurzel kennen zu lernen.

Jede Wurzel läfst in derjenigen Region, wo das Stadium der ersten Teilungen abgeschlossen ist, eine Sonderung in 3 konzentrische Gewebepartien erkennen.

Die äufsere Umhüllung bildet die Oberhaut oder Epidermis. Sie ist fast bei allen Wurzeln nur aus einer Zellschicht aufgebaut. Aus ihr entspringen als cylindrische, am Scheitel abgerundete Ausstülpungen die oben erwähnten Wurzelhaare[7]), welche die Aufgabe haben, die Oberfläche der Wurzel zu vergröfsern und die Aufnahme von Wasser und den im Wasser gelösten Nährstoffen zu erleichtern. Sie entspringen meist erst in Entfernung von wenigen Millimetern vom Wurzelscheitel, wachsen rasch zu ihrer definitiven Gröfse heran und sterben nach kurzer Lebensdauer weiter rückwärts ab. Im Laufe ihres Längenwachstums schmiegen sie sich eng an kleinere und gröfsere

[7]) Die Wurzelhaare können bei gewissen Pflanzen, besonders solchen, welche humösen Boden bewohnen, durch Pilzfäden ersetzt werden. Die im Boden wuchernden Pilze, deren Stellung im System noch nicht sicher ermittelt ist, dringen in die Oberhautzellen ein und erfüllen sie mit dichtem Geflecht. Da Wurzelhaare sich unter solchen Umständen nicht entwickeln, sind die vom Wurzelkörper ausstrahlenden Pilzfäden die Vermittler der Nahrungsaufnahme. So z. B. bei der Kiefer, der Rotbuche, dem Heidekraut. Näheres bei Frank, Lehrbuch der Botanik, I. (1892), S. 259 ff.

Bodenpartikelchen an und verwachsen zum Teil mit ihnen (Fig. 1, D). An einer noch im Längenwachstum befindlichen Wurzelspitze, welche man aus dem Boden hebt und vorsichtig in Wasser abspült, kann man die Region der noch lebensfähigen Wurzelhaare annähernd an der Länge der Umhüllung mit anhaftenden Sandkörnchen erkennen, welche sich vom Wurzelkörper ohne Zerreifsung der Härchen nicht entfernen lassen (Fig. 1, B und C).

Da die Aufgabe der Wurzelhaare darin besteht, die aufnehmende Oberfläche der Wurzel zu vergröfsern, wird es nicht Wunder nehmen, dafs sie in gewissen Fällen, wo kein Bedürfnis für die Vergröfserung vorhanden ist, fehlen. Besonders sind es zwei Kategorien von Pflanzen, wo sie meist nur sparsam auftreten oder ganz vermifst werden. Erstens solche Pflanzen, welche sehr trockenen Klimaten angepafst sind und deren oberirdische Organe mit besonderen Schutzvorrichtungen gegen zu starke Verdunstung ausgerüstet sind, wie z. B. die sogenannte hundertjährige Aloë (Agave americana) und die Dattelpalme (Phoenix dactylifera). Zweitens die meisten Wasser- und Sumpfpflanzen, denen unbegrenzte Mengen von Wasser zur Verfügung stehen. Auch an den Wurzeln solcher Landpflanzen, welche, wie Mais und Erbse, im Boden zahlreiche Wurzelhaare hervortreten lassen, sehen wir bei Cultur in wässerigen Nährstofflösungen die Wurzelhaare erheblich kleiner und sparsamer werden, ja z. T. ganz schwinden.

Der Oberhaut schliefst sich als zweites konzentrisches Gewebesystem das Grundgewebe oder die Rinde an, welche aus mehreren, nicht selten aus vielen Zellschichten aufgebaut ist (Fig. 1, D). Wenn sie auch meist nur aus zartwandigen, wasserreichen Zellen besteht, kann sie in gewissen Fällen einzelne Zellstränge oder ganze Zelllagen fester ausbilden, wenn für die betreffende Pflanze ein besonderes Bedürfnis hierfür besteht. Es ist dies z. B. dort der Fall, wo die Wurzeln sich zum Teil oberhalb des Bodens befinden und als Stützorgane für den Stamm oder seine Auszweigungen funktionieren, wie bei den tropischen Mangrovebüschen und den in unsern Warmhäusern nicht selten kultivierten Pandanus-Arten. Die innerste Schicht der Rinde, welche den Namen Endodermis führt, besitzt immer eine eigenartige Struktur. Sie dient der Regelung des Wasseraustausches zwischen der Rinde und dem von ihr umschlossenen Centralcylinder.

Dieser Centralcylinder enthält die leitenden Gewebe, welche die von den jüngeren Teilen der Wurzel aufgenommenen wässerigen Nährstofflösungen in den Pflanzen aufwärts zu fördern und dafür die-

jenigen Substanzen abwärts zu leiten haben, die, wie der Zucker, die Stärke, die Eiweifssubstanzen, zum Fortbau der Wurzel und zur Bildung ihrer Auszweigungen notwendig sind. Fig. 5, welche einen Querschnitt durch den innersten Teil einer verhältnismäfsig schwachen

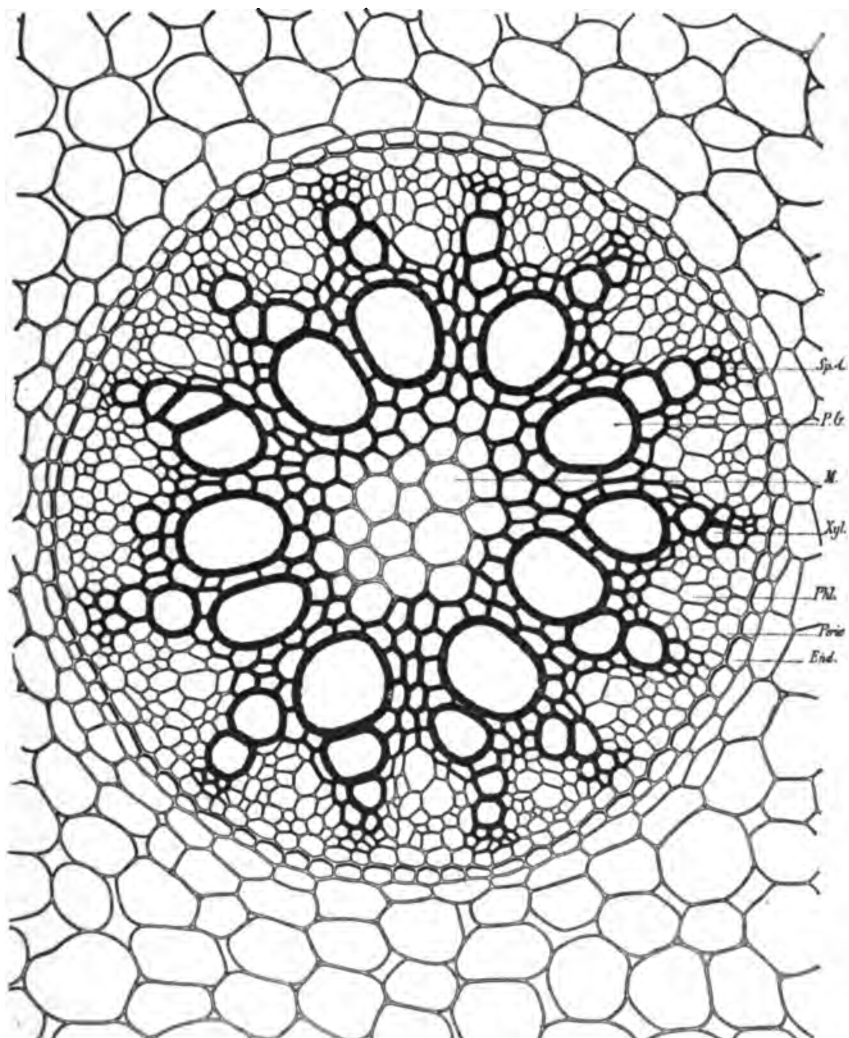


Fig. 5.

Centraler Teil einer Wurzel von Asparagus officinalis, im Querschnitt. End. Endodermis. Peric. Pericambium. Sp.-G. Spiral-Gefäfse, mit deren Ausbildung der Aufbau des Holzkörpers (Xyl.) beginnt. P.-G. Poröse Gefäfse, dem zuletzt ausgebildeten Teile des Holzkörpers angehörend. Phl. Bastgruppen. M markartiges Gewebe im inneren Teile des Centralcylinders. — 247 mal vergr.

Wurzel des Spargels (Asparagus officinalis) darstellt, zeigt den normalen Bau des Centralcylinders in übersichtlicher Weise. Auf die Endodermis (End.) folgt als einfache, zartwandige Zellschicht das Pericambium (Peric.). In diesem entstehen die Anlagen aller Seitenwurzeln, welche beim Spargel nur in geringer Zahl gebildet werden. Im Anschlusse an das Pericambium sehen wir 13 dunklere und hellere Gewebepartien mit einander abwechseln. Die dunklen, welche aufsen mit sehr engen Elementen (Sp.-G.) beginnen, denen sich nach innen allmählich weitere (P.-G). anschliefsen, reichen bis nahe zum mittleren Teile des Centralcylinders hinein und vereinigen sich hier zu einem geschlossenen Ringe. Das Querschnittsbild, wie unsere Figur es darbietet, erinnert an ein gezahntes Rad. Das beschriebene Gewebe stellt in seiner Gesamtheit den Holzteil (Xyl.) des strahlig gebauten Leitbündels dar; es dient dem Transport der von der Wurzel aufgenommenen Nährstofflösungen. Ganz besonders sind es die im Bilde deutlich hervortretenden grofsen Gefäfse (P.G.), welche ihn fördern. Die zwischen den Zähnen des Rades liegenden hellen, zartwandigeren Gruppen, welche dauernd getrennt von einander verlaufen, stellen die Bastteile des Leitbündels (Phl.) dar. Ihnen ist die Aufgabe zugeteilt, die für den Aufbau neuer Zellen geeigneten organischen Stoffe, das sogenannte „plastische Material“, den Orten des Verbrauchs zuzuführen.

Die Wurzel des Spargels — und es gilt dies auch für alle anderen Pflanzen aus der grofsen Abteilung der Monocotyledonen — bewahren Zeit ihres Lebens den inneren Bau, wie er ursprünglich angelegt wurde. Sie sind eines nachträglichen Dickenwachstumes nicht fähig, und es werden darum die Monocotyledonenwurzeln da, wo ein Bedürfnis hierfür vorhanden ist, gleich ursprünglich sehr kräftig angelegt. Bei einigermafsen starken Palmenwurzeln hat man mehr als 100 Bastgruppen und ebensoviele damit abwechselnde Fortsätze des Holzkörpers, bei sehr dicken Stützwurzeln von Pandanus sogar bis 400 gezählt. In anderen Fällen, wie bei Hyazinthen und Tulpen, kann freilich die Zahl bis auf 2 herabgehen.

Die Wurzeln der anderen grofsen Hauptgruppe der bedeckt-samigen Blütenpflanzen, der Dicotyledonen, zeigen dagegen sehr gewöhnlich die Fähigkeit, sich durch Dickenwachstum fortzubilden und zwischen die zuerst ausgebildeten Gewebe neue, sekundäre Gewebemassen einzuschalten. Das Beispiel der Buffbohne, Vicia Faba, auf welche sich unsere Figuren 6 und 7 beziehen, möge dies erläutern.

Fig. 6 zeigt den Querschnitt des Centralcylinders einer jungen

Wurzel kurz nach der Zeit, wo seine erste Ausbildung abgeschlossen war. Wir sehen innerhalb der einschichtigen Endodermis (Endod.), deren radial gerichtete Wände in ihrer Mitte an einer anscheinend knötchenartigen Verdickung kenntlich sind, ein 2- bis 3-schichtiges Pericambium (Peric.). Innerhalb desselben zeigt der Centralcylinder einen vierstrahligen Stern von Holzgewebe mit Gefäfsen (Pr. Xyl.),

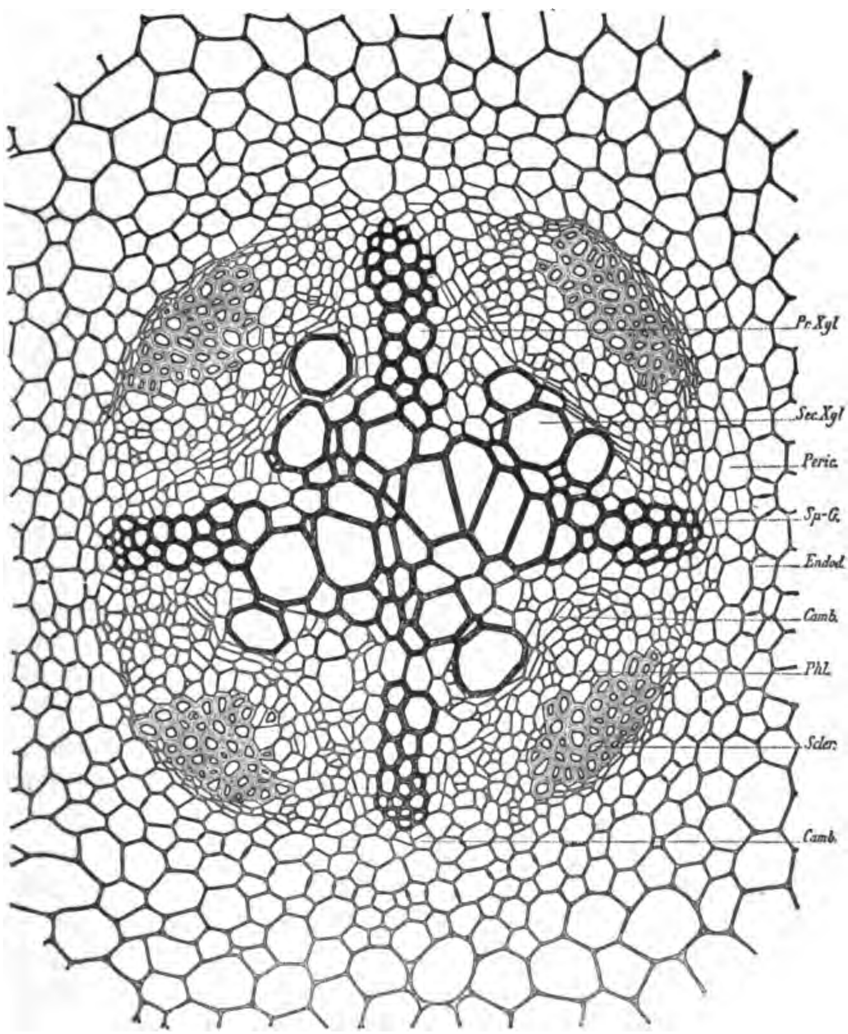


Fig. 6.

Centraler Teil eines jugendlichen Wurzelstückes von Vicia Faba, im Querschnitt. Endod. Endodermis. Peric. Pericambium. Pr. Xyl. Primäres Holz. Sec. Xyl. Secundäres Holz. Phl. Zartwandiger Bast. Scler. Dickwandige Zellgruppen im äufseren Teile des Bastes. Camb. Cambium. — 167 mal vergr.

in dessen Buchten 4 grofse Bastgruppen liegen; die äufseren Zellen derselben (Scler.) zeigen starke Verdickung ihrer Membranen; die inneren sind sehr zartwandig.

Am innersten Rande der Bastgruppen fällt es auf, dafs die zuletzt entstandenen Membranen fast sämtlich im Sinne der Buchten parallel gerichtet sind. Es hat sich hier an der Innenseite jeder der 4 Bastgruppen eine Fortbildungszone, ein Cambium (Camb. im mittleren Teile der Figur) konstituiert, und diese vier ursprünglich getrennten Cambiumstreifen haben sich bereits über die vier Strahlen des Holzgewebes hinweg zu einem geschlossenen gebuchteten Cambiumringe vereinigt (siehe Camb. im unteren Teile der Figur). In demselben finden fortdauernd Zellteilungen durch Wände statt, welche den erstgebildeten annähernd parallel sind. Infolge dessen vermehren sich fortdauernd die Zellschichten in Richtung der Dicke. Im Grunde der vier Buchten fügen sich die innersten dieser sekundär entstandenen Zellschichten als neue Elemente dem Holzkörper (Sec. Xyl.), die äufsersten als neue Elemente dem Bastkörper an. Über den 4 Strahlen des Holzkörpers bleiben die nach innen und aufsen vom Cambium abgeschiedenen Zellschichten meist zartwandig und erhalten den Charakter von Markstrahlen. Indem diese Neubildungsprozesse zuvörderst besonders ausgiebig in den vier Buchten des Holzkörpers erfolgen, werden diese sehr bald durch aufgelagertes sekundäres Holz ausgefüllt. Nachdem dies geschehen ist, schreitet das Dickenwachstum nach allen Seiten annähernd gleichmäfsig fort. In Fig. 7, welche einen Querschnitt derselben Wurzel, wie Fig. 6, nur aus einem älteren Teile und bei etwas schwächerer Vergröfserung darstellt, ist der ursprüngliche 4-strahlige Holzstern (Pr. Xyl.) noch sehr deutlich zu erkennen.

Auch weiterhin nimmt das Dickenwachstum der Dicotyledonenwurzel in gleicher Weise seinen Fortgang. Stamm und Wurzel zeigen fortan in ihrem Bau keine erheblichen Unterschiede mehr.

Diese wenigen Andeutungen mögen genügen, von dem Bau der normalen Wurzeln der Blütenpflanzen eine Vorstellung zu geben. Abweichungen von dem beschriebenen Schema kommen zwar vor, sind aber nicht sehr häufig und im ganzen nicht sehr erheblich. Die Beständigkeit im Bau der Wurzeln sticht von der grofsen Mannigfaltigkeit der Bau-Typen bei den Stämmen und Blättern in sehr bemerkenswerter Weise ab. Es hängt dies ohne Zweifel damit zusammen, dafs die Lebensverhältnisse der Wurzeln im grofsen und ganzen einförmiger sind, dafs also für erhebliche Abänderungen ihres inneren Baues der äufsere Anstofs fehlt.

Nachdem wir im vorstehenden einen Überblick über den inneren Bau der Wurzeln bei den Blütenpflanzen gewonnen haben, wird es nicht schwer sein, die Art ihres Längenwachstums dem Verständnisse

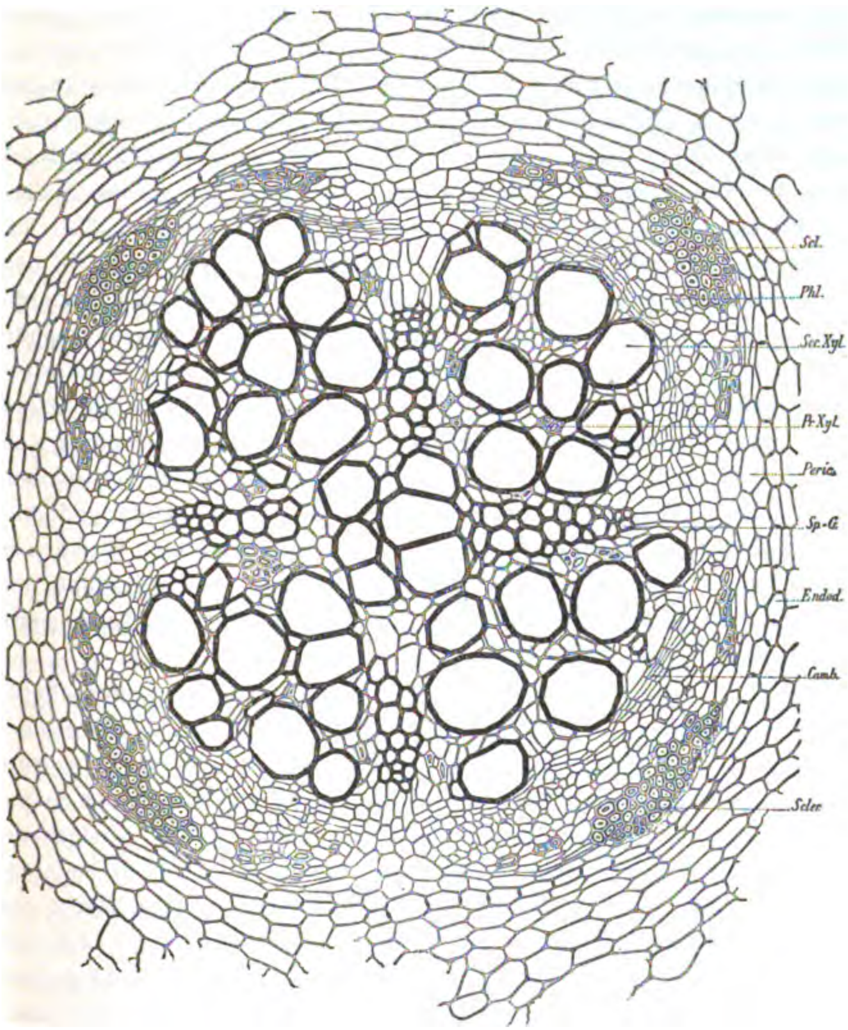


Fig. 7.

Centraler Teil derselben Wurzel von Vicia Faba, welche in Fig. 6 dargestellt ist, aber von einem etwas älteren Teile, im Querschnitt. Bezeichnungen der einzelnen Gewebe wie in Fig. 6. — 125mal vergr.

näher zu bringen. Es wurde oben gesagt, dafs der Ursprung aller Gewebe sich hier nicht auf e i n e grofse am Scheitel liegende Zelle, wie bei den meisten Farrnkräutern (Fig. 4), oder auf eine aus wenigen Zellen bestehende Gruppe zurückführen lasse, sondern dafs die scharf

unterschiedenen Gewebesysteme der fertigen Wurzel ihre gesonderten Bildungsgewebe am Scheitel besitzen. Unter den Wachstumstypen, welche unterschieden worden sind, wähle ich denjenigen der Gräser und mehrerer verwandter Gruppen aus. Fig. 3 stellt einen genau durch die Längsachse geführten Schnitt der Roggenwurzel dar. In mittlerer Höhe sieht man eine etwas dunklere Linie in flachem Bogen quer durch die Figur hindurchgehen. Alles, was unterhalb und aufserhalb dieser Linie liegt, gehört der Wurzelhaube, was über ihr liegt, dem Wurzelkörper an. Das Fortbildungsgewebe der Haube stellen die kleinen Zellen dar, welche unmittelbar an den mittleren Teil des Wurzelkörpers nach unten hin grenzen. Durch Querteilungen scheiden sie fortdauernd neue Zellen nach unten hin ab und bewirken dadurch eine Verlängerung der Haube; durch gelegentliche Längsteilungen vermehren sie ihre Zahl in Richtung der Breite und folgen damit dem Breitenwachstum des jungen Wurzelkörpers. Infolge dieser Teilungen zeigt sich die Haube aus Zellreihen zusammengesetzt, welche von unten nach oben sich an mehreren Stellen in je zwei Zellreihen spalten. Was an der Aufsenfläche der Haube durch Verschleimung und Ablösung der ältesten Zellen verloren geht, wird auf solche Weise von innen her durch die Fortbildungsschicht ersetzt. Die Fortbildung der Wurzelhaube erfolgt also, wie man sieht, bei der Roggenpflanze ganz selbständig.

Für den eigentlichen Wurzelkörper giebt es zwei gesonderte Fortbildungszonen. Die unterste, welche sich der Fortbildungszone der Haube unmittelbar anfügt, besteht am Scheitel aus einer einfachen Zellschicht. In unserer Figur ist sie durch zwei genau in der Achse liegende Zellen bezeichnet. Diese Zellen geben durch wiederholte Längsteilungen neue Zellen nach aufsen hin ab, welche in ziemlich gesetzmäfsiger Folge durch zur Oberfläche parallele Teilungen, die mit zu ihnen senkrechten abwechseln, der Oberhaut (Ep.) und der Rinde (R.) einschliefslich der Endodermis (S.-S.) den Ursprung geben. Der junge Centralcylinder (C.-C.) welcher sich in unserer Figur nach unten kegelförmig abrundet, wird durch die hier befindlichen kleinen Zellen selbständig fortgebildet.

Eingangs ist gelegentlich der mechanischen Aufgaben gedacht worden, welche den normalen Wurzeln im Leben der Pflanze zufallen. Dieselben bestehen darin, dafs sie die Pflanze im Boden zu befestigen und ihren oberirdischen Teilen dauernd die für ihre Entwickelung und ihre Lebensthätigkeit günstigste Stellung zu sichern haben.

Während diese oberirdischen Teile, um die meist nicht geringe Last der Belaubung tragen und der Gewalt der Stürme trotzen zu können, biegungsfest gebaut sein müssen, ist für die Wurzeln Zugfestigkeit erstes Erfordernis. Diese wird am vollkommensten dadurch erreicht, dafs die widerstandsfähigsten Gewebe, in unserem Falle der Holzkörper, in den axialen Teil verlegt werden. Dementsprechend sahen wir den Holzstern entweder ganz oder bis nahe zur Mitte des Querschnittes reichen und die zarteren Bastgewebe, welche des Schutzes bedürfen, sich zwischen dessen Strahlen einfügen.

In vielen Fällen sind die Wurzeln aber nicht nur passiv, sondern auch aktiv mechanisch thätig. Seit langer Zeit ist bekannt, dafs die Endknospen krautartiger Pflanzen, welche die ersten Stufen der Keimung an der Oberfläche des Bodens durchmachten, später mehr oder weniger tief in denselben versenkt sind. Besonders auffallend ist diese Erscheinung bei den monokotylen Zwiebel- und Knollengewächsen, wie bei den Lilien, Schwertlilien und Aroïdeen. Bei manchen, wie bei unserer gefleckten Zehrwurz (Arum maculatum), liegt die erwachsene, in jedem Frühjahr neu austreibende Knolle in etwa 10 cm Tiefe. Für jede der betreffenden Arten bleibt die in erwachsenem Zustande erreichte Tiefenlage innerhalb enger Grenzen eine konstante. Dieser Erfolg kann entweder, wie bei der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale), dadurch erreicht werden, dafs die Endknospe der Keimpflanze nach abwärts wächst, bis sie nach einer Reihe von Jahren ihre Gleichgewichtslage in entsprechender Tiefe gefunden hat; oder es behält die Knospe ihre aufstrebende Wachstumsrichtung bei, wird aber durch die Verkürzung von Wurzeln, welche die Verlängerung des Sprosses überwiegt, in die Tiefe gezogen. Diese letztere Erscheinung ist im Gebiete der Blütenpflanzen viel verbreiteter, als man früher glaubte. Entweder ist es die Hauptwurzel, welche sich mehrere Jahre hindurch dauernd verkürzt, wie bei dem als Unkraut verbreiteten Löwenzahn (Taraxacum officinale), oder es sind Nebenwurzeln von beschränkterer Lebensdauer, welche in jeder Vegetationsperiode neu erzeugt werden (Gladiolus, Narcissus). Entweder sind es alle oder nur eine oder wenige bestimmte, durch ihren gröfseren Querdurchmesser gekennzeichnete Wurzeln, welche diese nicht unerhebliche mechanische Leistung vollführen. Meist ist die Verkürzung auf einen basalen Teil von gröfserer oder geringerer Ausdehnung beschränkt, dessen Rinde, wenn die Verkürzung erheblich ist — sie beträgt im Maximum bis 70 pCt. —, deutlich Falten wirft. Nur die inneren, sehr saftreichen Gewebe der Rinde sind bei der Zusammen-

ziehung aktiv thätig; die Aufsenrinde und der Centralcylinder mit seinem Leitbündelgewebe werden passiv in der Längsrichtung zusammengedrückt.

Auch die Knospen oberirdischer Ausläufer, wie derjenigen der Erdbeeren und mehrerer Brombeer-Arten, werden durch Verkürzung ihrer Wurzeln, wenn diese im Boden erst Fufs gefafst haben, nach abwärts gezogen. Der Vorteil, welcher ihnen daraus erwächst, besteht wohl zweifellos darin, dafs der Boden ihnen Schutz gegen raschen Wechsel von Temperatur und Feuchtigkeit und vielleicht auch gegen Nachstellungen von Feinden bietet.[8])

Die Darstellung, welche wir von Bau und Leben der Wurzeln zu geben versuchen, würde gar zu unvollständig sein, wenn wir nicht noch der weitgehenden Umwandelungen gedächten, welche die Wurzeln in Zusammenhang mit eigenartigen Lebensverhältnissen der betreffenden Pflanzen erfahren können. Der normalen Funktion der Wurzel können hierbei eine oder mehrere neue, ihr fremdartige hinzugefügt, oder sie kann von einer anderen vollständig ersetzt werden. Es zeigt sich hierbei in höchst anschaulicher Weise, wie sehr der pflanzliche Organismus die Fähigkeit besitzt, sich veränderten Lebensbedingungen anzupassen.

Dafs bei Pflanzen, welche auf fester Unterlage emporklimmen, wie beim Epheu, die Fähigkeit der Wurzeln, Nährstoffe aufzunehmen, hinter die Aufgabe, die Sprosse an der Unterlage zu befestigen, zurücktritt, wurde schon oben gelegentlich erwähnt. Es kann aber die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme vollständig verloren gehen, so dafs die Wurzeln nur noch Haftorgane sind. Sie verhalten sich dann physiologisch den Ranken gleich, zu denen sich beim Weinstock gewisse Stammsprosse, bei der Erbse die oberen Teile der Blätter umwandeln. Solche zu Ranken metamorphosierte Wurzeln treffen wir in besonders charakteristischer Ausbildung bei zahlreichen Epiphyten, d. h. bei Pflanzen, welche auf anderen Pflanzen leben, ohne als Schmarotzer von diesen ernährt zu werden. Zahlreiche Beispiele liefert die Familie der Bromeliaceen, in der es aber auch Bodenbewohner giebt, wie die Ananas. Die meisten ihrer Verwandten nisten in den Kronen tropischer Bäume, wo sie auf dem Geäst keimen, blühen und Früchte tragen.

[8]) Näheres bei A. Rimbach, die contractilen Wurzeln und ihre Thätigkeit (Beitr. z. wissensch. Botanik, herausgegeben von Fünfstück, II., 1., (1897), S. 1 ff. Für die Knospen der Ausläufer vergl. auch Kerner von Marilaun, Pflanzenleben, 2. Aufl., 1. (1896), S. 736 ff.

Ihre Wurzeln, welche nach Art von Ranken für Berührung reizbar sind, schmiegen sich dem tragenden Ast so eng an, dafs eine Abtrennung ohne Verletzung meist nicht möglich ist. Das für die Entwickelung notwendige Wasser und die in ihm gelösten Nährstoffe nehmen diese Pflanzen am Grunde ihrer Blätter auf, welche eng zu einem Trichter zusammenschliefsen. In ihm werden Regenwasser nebst vielen organischen Resten, insbesondere Leichen kleiner Tiere aufgesammelt.[9])

Abweichend hiervon ist die Lebensweise der Clusia rosea, welche sich ebenfalls in den Kronen tropischer Bäume ansiedelt. Sie besitzt zweierlei Wurzeln, solche, welche, denen der epiphytischen Bromeliaceen ähnlich, die Überpflanze auf ihrem Tragaste befestigen und diesen fest umklammern, und andere von gröfserem Durchmesser, welche, meist ohne Verzweigung, rasch nach abwärts wachsen und in verhältnismäfsig kurzer Zeit den Boden erreichen. Diese wie Taue aus den Baumwipfeln herabhängenden Nährwurzeln, welche sich in der Erde reich verzweigen, versorgen die Pflanze mit Wasser und Nährstoffen. Die beiderlei leitenden Gewebestränge, Holz und Bast, sind deshalb ausgiebig in ihnen entwickelt, während in den der Befestigung dienenden Wurzeln, ganz ebenso wie bei denen der epiphytischen Bromeliaceen, die mechanischen Gewebe das Übergewicht haben.[10])

Dafs die Wurzeln gewisser Pflanzen, nachdem sie vorher Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen haben, Baustoffe für Neubildungen nebst Wasser in gröfserer Menge in ihren Geweben speichern, um dieselben im nächsten Frühjahr für das Austreiben junger Sprosse zur Verfügung zu haben, ist allbekannt. Solche Wurzeln nennt man, je nachdem ihr oberer oder ein mittlerer Teil am stärksten verdickt ist, Rüben oder Knollen. Die Zuckerrübe z. B. verwendet den Rohrzucker, welchen ihre Gewebe in reichem Mafse enthalten, im nächsten Jahre zur Ausbildung des Blüten- und Fruchtstandes. Nur ausnahmsweise kommt letzterer schon im ersten Jahre zur Entwickelung.

Während bei der Zuckerrübe, der Möhre, der Georgine (Dahlia variabilis) die Funktionen der Nährstoffaufnahme und der Speicherung plastischen Materials in derselben Wurzel vereinigt sind, verteilen sich bei anderen Pflanzen, wie bei vielen Erd-Orchideen und bei dem Schar-

---

[9]) Näheres bei C. F. W. Schimper, die epiphytische Vegetation Amerikas (Botanische Mitteilungen aus den Tropen), 2. (1888), S. 66 ff.

[10]) Näheres bei C. F. W. Schimper, l. c., S. 56 ff.

bock (Ficaria ranunculoides) beide Funktionen mehr oder weniger vollständig auf zweierlei Wurzeln. Bei der letztgenannten, als weitverbreitetes Unkraut bekannten Pflanze entwickeln sich mit einer Wurzelknolle versehene Knospen auch oberirdisch in den Achseln der unteren Laubblätter. Nach dem Abwelken der Pflanze gelangen sie in den Boden und tragen zur reichlichen Vermehrung des Unkrautes bei.

Viel seltener ist die Umwandlung von Wurzeln in Schutzorgane für ihren Pflanzenstock. Sie spitzen sich dann nach kurzem Längenwachstum am Ende zu und erhalten durch Verdickung und Verholzung ihrer Zellmembranen eine sehr feste Konsistenz. Wir können sie mit demselben Rechte als Dornen bezeichnen wie die zu stechenden Gebilden umgewandelten Sprofsspitzen des Weifsdornes (Crataegus Oxyacantha) und der Christusakazie (Gleditschia triacanthos), die dreizackigen Blätter der Berberitze (Berberis vulgaris) und die zu zweien am Blattgrunde angefügten Nebenblätter der falschen Akazie (Robinia Pseudacacia). Besonders schön sind solche verdornte Wurzeln bei einigen Palmen, wie bei der im tropischen Amerika heimischen, in unseren Gewächshäusern kultivierten Acanthorrhiza aculeata entwickelt. Oberhalb der normalen, in den Boden eindringenden Wurzeln befindet sich ein mehrfacher Kranz anderer, welche sich im Bogen aufwärts wenden und samt ihren Auszweigungen mit stilettförmiger Spitze dem Beschauer entgegenstarren.

Eine Umwandlung von Wurzeln in Schwimmblasen findet man bei einer Anzahl sumpfbewohnender Jussiaea-Arten. Jussiaea repens, eine in allen wärmeren Ländern der Erde verbreitete Pflanze, entsendet aus dem am Boden hinkriechenden krautigen Stengel zweierlei Wurzeln, erstens Nährwurzeln, welche in den Schlamm eindringen und sich reichlich verzweigen, und zweitens Schwimmwurzeln von meist 2 cm Länge, welche an den Blattknoten zu mehreren entspringen und sich gegen die Oberfläche des Wassers wenden. Ihr Gewebe ist sehr lufthaltig und vermag deshalb die Pflanze flottierend zu erhalten.

Wurzelauszweigungen, welche als Durchlüftungsorgane funktionieren, findet man in charakteristischer Ausbildung bei einer Anzahl der die sumpfigen Meeresküsten der Tropen bewohnenden Mangrovepflanzen. Avicennia officinalis, A. tomentosa, Sonneratia acida u. a. m. erzeugen sehr lange, kabelartige Wurzeln, welche in geringer Tiefe im Schlamme fortwachsen und zahlreiche spargelartige, in die Luft ragende Auszweigungen nach aufwärts entsenden. Ihr äufseres Gewebe ist reichlich von Lufträumen durchsetzt,

welche mit der Atmosphäre kommunizieren. Hierdurch wird eine genügende Versorgung der vom Schlamm bedeckten Pflanzenteile mit freiem Sauerstoff ermöglicht. Demselben Zwecke dienen die durch scharfe knieartige Biegung veranlafsten Hervorragungen der Wurzeln der Bruguiera-Arten sowie der Lumnitzera coccinea und die über den Schlamm sich mit fast messerartig scharfer Kante erhebenden flachen Wurzeln von Carapa obovata.[11]) Auch die bekannten Hervorragungen an den Wurzeln der in unseren Parks nicht selten angepflanzten nordamerikanischen Sumpfcypresse (Taxodium distichum) haben dieselbe Funktion.

Höchst auffällig ist das Verhalten mehrerer in den Tropen epiphytisch auf Bäumen wachsenden Orchideen, wie das von Angraecum globulosum[12]) und Taeniophyllum Zollingeri.[13]) Der Stamm ist hier zum Blütenstiele, die Blätter sind zu kleinen, trockenen Schüppchen reduziert. Für beide treten die Wurzeln als Träger des Chlorophylls ein. Sie sind verhältnismäfsig massig entwickelt, deutlich grün gefärbt, bei Taeniophyllum Zollingeri an der dem Lichte zugekehrten Seite abgeflacht. An Stelle der fehlenden Laubblätter versorgen sie die Pflanze mit plastischem Baumaterial.

Im wesentlichen dieselbe Erscheinung finden wir bei einer in Tracht und Lebensweise von den Orchideen weit abweichenden Familie, den Podostemaceen wieder. Diese leben in den Tropen am Grunde rasch strömender Gewässer auf Felsen oder Holz und schmiegen sich ihrer Unterlage eng an. Auf den ersten Blick scheinen sie mehr Wassermoosen als Blütenpflanzen zu gleichen. Von dem extremsten Falle, wo die flachen Wurzeln fast die alleinigen Träger des Chlorophyllfarbstoffes sind, giebt es alle Übergänge zu den Formen mit grünen beblätterten Sprossen.[14])

Die mannigfachsten und durchgreifendsten Umgestaltungen erfährt die Wurzel bei den Schmarotzergewächsen, welche ihre Nahrung ganz oder zum Teil anderen Organismen entnehmen müssen. Auch hier giebt es alle nur denkbaren Abstufungen. Bei zwei natürlichen Gruppen, den Santalaceen, zu denen der ostindische Sandelbaum ge-

---

[11]) Näheres bei A. F. W. Schimper, Die indomalayische Strandflora (Botanische Mittheilungen aus den Tropen, 3. (1891), S. 34 ff.). Hier sind auch frühere Untersuchungen erwähnt.

[12]) Pfitzer, Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen (1882), S. 20.

[13]) Göbel, Pflanzenbiologische Schilderungen, 1. (1889), S. 193.

[14]) Vergl. Warming in Engler-Prantl's Natürlichen Pflanzenfamilien III., 2a. (1891), S. 1 ff.

hört, und den Scrophulariaceen, welche durch zahlreiche Wald- und Wiesenbewohner in unserer deutschen Flora vertreten sind, zeigt die parasitische Lebensweise ihre schwächste Ausbildung. Die zu ihnen gehörigen Pflanzen besitzen normale Wurzeln, mit denen sie den gröfsten Teil ihrer Bedürfnisse aus dem Boden decken. Aus ihnen entspringen seitlich unscheinbare Saugfortsätze, welche in benachbarte Wurzeln anderer Pflanzen hineinwachsen. Ohne diesen Zuwachs an Nährstoffen scheinen sie es über die ersten Keimungsstadien nicht hinausbringen zu können.

Die allbekannte Mistel (Viscum album), welche auf zahlreichen Laub- und Nadelhölzern jene fremdartigen, rundlichen Büsche mit den weifsen Beeren bildet, ist dem Boden entrückt und deshalb ganz auf den von ihr befallenen Baum angewiesen; doch bildet sie in dessen Gewebe wenigstens noch deutlich erkennbare Wurzeln, welche im Innern der befallenen Zweige zwischen Holz und Rinde hinwachsen und eine Wurzelhaube tragen. Von ihnen entspringen besondere Aufnahmeorgane (Senker), welche in den Holzkörper eindringen. Die grüne Farbe der Mistel zeigt, dafs sie in der Hauptsache Lösungen roher Nährstoffe aus der Wirtspflanze schöpft und dieselben selbstthätig zu organischen Verbindungen verarbeitet.

Der bei unseren Landwirten übel beleumundeten Flachsseide (Cuscuta Epilinum) geht diese Fähigkeit ab. Sie windet ihre zarten, drahtartigen Stengel, welche sehr bald durch Absterben des unteren Teiles die Verbindung mit dem Boden verlieren, an der Flachspflanze empor. Die Stelle der Wurzeln nehmen hier Saugfortsätze ein, welche durch den Reiz der Berührung an der der Nährpflanze zugekehrten Seite erzeugt werden. Sie dringen in diese ein und lösen ihre Zellreihen am Ende in ein pinselartig ausstrahlendes Aufnahmegewebe auf. Dieser Schmarotzer ist von seiner Nährpflanze viel abhängiger als die Mistel; er entnimmt ihr vorwiegend plastische Baustoffe. Deshalb zeigt er in allen Teilen eine bleiche Färbung, und die Blätter, welche bei normalen Pflanzen ja die wichtigsten Träger des grünen Farbstoffes sind, haben bei der Flachsseide die Form sehr kleiner, unscheinbarer Schüppchen angenommen.

Eine überaus grofse Mannigfaltigkeit und zum Teil noch weitergehende Rückbildung zeigen die Aufnahmeorgane der meist in den Tropen vertretenen Familien der Balanophoreen, Cytineen, Rafflesiaceen. Doch müssen wir uns mit Rücksicht auf den uns zur Verfügung stehenden Raum versagen, auf diese höchst interessanten Verhältnisse näher einzugehen. Nur die bei uns einheimische Gruppe der Orobanchen,

zu welcher unter anderen der Hanftod (Orobanche ramosa) gehört, mag als extremstes Beispiel noch Erwähnung finden. Hier ist die Verschmelzung des Schmarotzers mit der Nährpflanze eine so innige, dafs alle korrespondierenden Gewebesysteme beider unmittelbar in einander übergehen. Es ist hier nichts vorhanden, was im geringsten an ein differenziertes Aufnahmeorgan erinnerte. Das anatomische und physiologische Verhältnis des bleichen Schmarotzers zu seiner Nährpflanze ist dasselbe, wie das des Blütenstandes einer beliebigen Pflanze zu dem ihn tragenden Laubsprosse.

Auch bei nicht parasitisch lebenden, grünen Pflanzen kommt es vor, dafs die Wurzel ganz verloren geht; hier mufs sie dann aber von anderen Teilen des Pflanzenkörpers vertreten werden. Es ist dies das Gegenstück zu jenen oben erwähnten Fällen (einige Orchideen und Podostemaceen), wo die Wurzel für die fehlenden Laubblätter Ersatz leistet.

Die meisten Pflanzen, welche ganz unterhalb des Wasserspiegels leben, scheinen die Fähigkeit zu besitzen, durch alle jüngeren Teile Wasser und Nährstoffe aufzunehmen. Die Wurzel wird hierdurch zum Teil oder ganz entbehrlich. So sehen wir denn bei einzelnen Arten submerser Wasserpflanzen, wie bei der bekannten Wasserpest (Elodea canadensis), Wurzeln aus dem Stamm in so geringer Zahl und Ausdehnung hervortreten, dafs sie zu den übrigen Teilen in keinem rechten Verhältnisse stehen. Bei anderen schwinden sie vollständig. Bei den in unserer Flora heimischen Arten des Igellocks (Ceratophyllum) kann man Exemplare mit mehr als fufslangem Stengel aus dem Schlamme ziehen, ohne eine Andeutung von Wurzelbildung zu entdecken. Und doch war im Keimling des Samens eine Hauptwurzel angelegt. Wurzellos ist ferner unter anderen Wasserpflanzen die kleinste aller deutschen Blütenpflanzen, eine Wasserlinse (Wolffia arrhiza), welche in Form grüner Körnchen von der Gröfse eines kleinen Samens mitunter weite Strecken stehender Gewässer bedeckt. Überraschenderweise giebt es aber auch unter den nicht schmarotzenden Landpflanzen wurzellose Arten. So werden bei zwei deutschen, den Humus von Wäldern bewohnenden Orchideen (Corallorrhiza innata und Epipogium Gmelini) die fehlenden Wurzeln durch unterirdische, mit Wurzelhaaren bedeckte Sprosse ersetzt. Ganz eigenartig verhält sich die Tillandsia usneoides, eine im tropischen und subtropischen Amerika weit verbreitete, kleine Bromeliacee. Die langen, dünnen, mit unscheinbaren Blattrosetten besetzten Stengel hängen wie Bartflechten von den Baumkronen herab, ohne festgewachsen zu sein. Der Wind reifst sie ab und trägt sie

oft auf weite Strecken fort, bis sie sich wieder um einen auf ihrem Wege befindlichen Ast wickeln oder an einer anderen beliebigen Unterlage hängen bleiben. Die Versorgung mit Wasser und Nährstoffen erfolgt an den Blättern durch sehr eigenartig und zweckmäfsig gebaute Drüsenhaare.

Aus dem vorstehenden ergiebt sich, wie geschmeidig der Bauplan der Pflanzen ist, wenn es gilt, den Organismus unter veränderten Lebensbedingungen entwickelungs- und fortpflanzungsfähig zu erhalten. Der Aufbau der Blütenpflanzen aus Wurzel, Stamm und Blatt und die Verteilung der Functionen, wie wir dieselben bei der Mehrzahl der Landpflanzen finden, sind kein starres Schema, welches unabänderliche Geltung hat. Für den Fortbestand einer Art ist es vor allem von Wichtigkeit, dafs die ihr obliegenden Lebensaufgaben in vollständiger und zweckmäfsiger Weise ausgeführt werden. Ob die Organe diejenigen Functionen, welche uns nach Vergleichung verwandter Formen als die naturgemäfsen gelten, festhält, oder ob ein anderes Organ für sie eintritt, ist dabei von mehr nebensächlicher Bedeutung.

Die Spektralanalyse.

Von **Dr. F. Koerber** in Steglitz.

(Schlufs.)

Die Fixsterne und Nebelflecke.

Für die direkte Beobachtung mittelst des Spektroskops sind unter den Fixsternen nur die helleren Gröfsenklassen zugänglich, da ja das Licht eines Sternpünktchens[14]) durch die Auseinanderzerrung zu einem Spektrum notwendig bedeutend abgeschwächt werden mufs, sodafs bei schwächeren, teleskopischen Sternen die Intensität des Spektrums unter die Schwelle der Wahrnehmbarkeit herabsinkt. Dazu kommt noch der weitere Umstand, dafs wir das an sich punktförmige Sternbildchen mit Hilfe einer Cylinderlinse zu einer Linie verzerren müssen, um dem Spektrum eine gewisse Breite zu verleihen. Unser Auge würde nämlich in einem linearen Spektrum, wie es ohne Cylinderlinse durch die blofse Prismenwirkung aus dem punktförmigen Sterne entstehen müfste, die feinen Unterbrechungen der kontinuierlichen Farbenfolge nicht wahrzunehmen vermögen; sobald das Spektralband aber eine gewisse Breite besitzt, treten die Unterbrechungen als dunkle Linien deutlich hervor. Selbstverständlich bedingt aber diese Verbreiterung eine nochmalige Verringerung der Helligkeit, sodafs auch bei Anwendung mächtiger Fernrohre die visuelle Beobachtung der Fixsternspektra auf die helleren Objekte beschränkt bleibt. Allerdings kann man unter Verzichtleistung auf feinere Details bei Anwendung sehr schwach zerstreuender Spektroskope einen Schritt weiter gehen. Für die Betrachtung schwächerer Sterne, wie etwa des Veränderlichen Mira Ceti, eignen sich daher am besten kleine,

---

[14]) Bekanntlich erscheinen die Fixsterne ihrer unermefslichen Entfernung wegen auch im gröfsten Fernrohr nur wie hellleuchtende Punkte, während die Planeten zu deutlichen Scheiben vergröfsert werden.

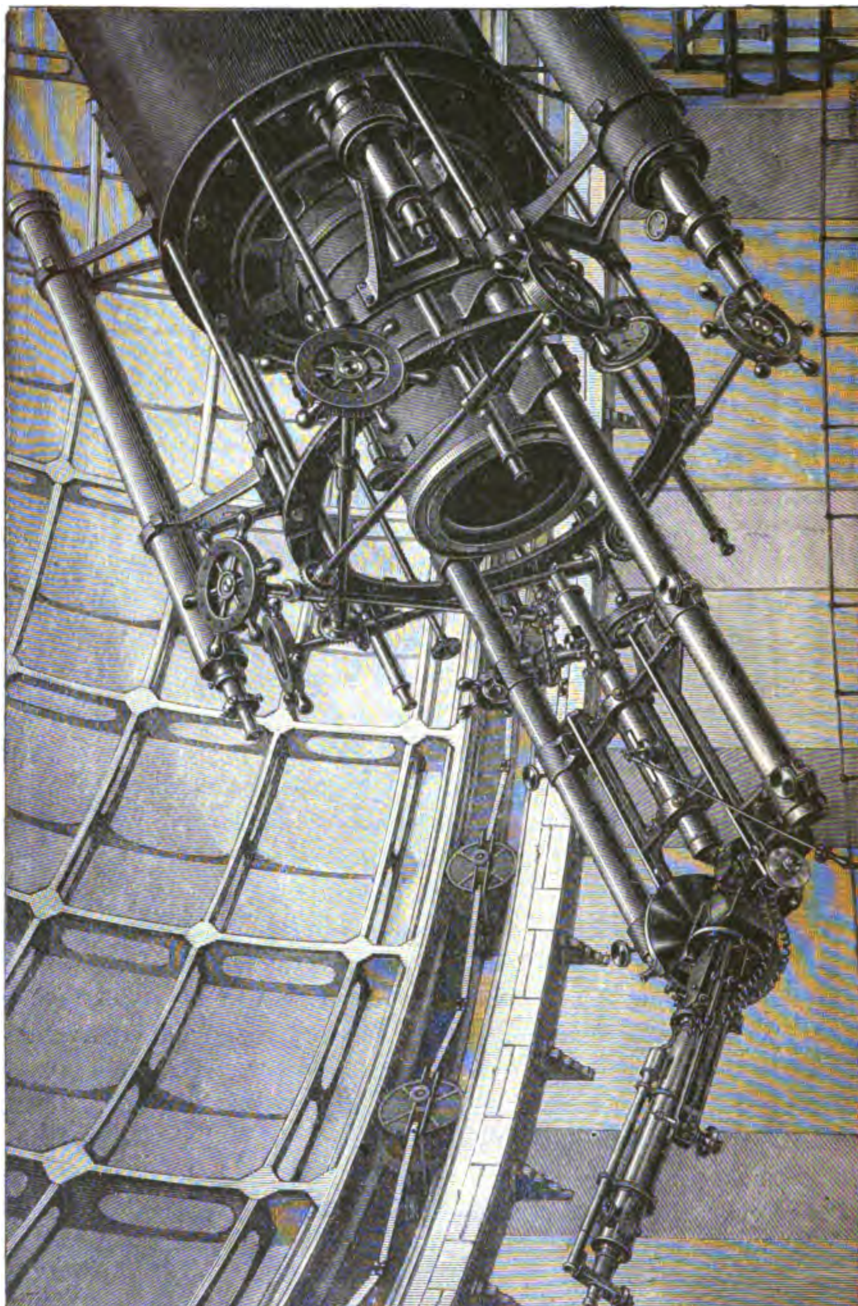


Fig. 17. **Das Spektroskop am 36-zölligen Refractor der Lick-Sternwarte.**

geradsichtige[15]) Okularspektroskope, die nach Einstellung des betreffenden Sterns einfach vor das Fernrohrokular aufgeschraubt werden.

Handelt es sich aber um die genauere Erforschung der Spektra schwächerer Sterne, so ist die photographische Fixierung derselben der direkten Betrachtung weit überlegen. Denn auch ein dem Auge nicht mehr deutlich wahrnehmbares Spektrum kann bei hinlänglich langer Expositionszeit photographisch noch wirken, zumal die Cylinderlinse jetzt entbehrt werden kann, indem die Verbreiterung des photographierten Spektrums durch eine allmähliche Verstellung des Fernrohrs ebensogut erreicht wird. Aufserdem kann, und das trifft auch bei helleren Sternen zu, in vielen Fällen die Unruhe unserer Luft ein solches Flimmern im Spektrum erzeugen, dafs das menschliche Auge zu einer sicheren Auffassung feinerer Linien nicht leicht gelangt. Die photographische Platte fixiert dagegen nur die Summe des während einer längeren Zeit gewirkt habenden Lichtes. Vorübergehende Schwankungen des Spektrums können daher wohl eine gewisse Verwaschenheit in dem Aussehen der Fraunhoferschen Linien verschulden, werden aber die Linien selbst nicht verschwinden lassen, denn an dem Orte einer dunklen Linie mufs trotz aller Unruhe des Bildes während eines längeren Zeitraums doch immer die geringste Lichtsumme zur Wirkung gelangt sein.

Die bedeutungsvollsten Ergebnisse in Bezug auf die Fixsternspektra verdanken wir daher den sogenannten Spektrographen, d. h. Spektralapparaten, die speziell für photographische Aufnahmen eingerichtet sind. Um auf einer Platte zugleich die Spektra mehrerer Sterne aufnehmen und auf diese Weise interessante Objekte aus dem grofsen Heere der Fixsterne herausfinden zu können, hat Pickering

---

[15]) Der Umstand, dafs man bei den gewöhnlichen Spektroskopen wegen der Ablenkung der Lichtstrahlen im Prisma in einer ganz anderen Richtung in das Instrument blicken mufs, als dem wirklichen Ort des Objekts entspricht (vgl. die Abbildung des Lickspektroskops Fig. 17), erweist sich natürlich bei der Beobachtung vielfach als störend, namentlich, wenn es gilt ohne Abschrauben des Spektroskops von einem Objekt auf ein anderes überzugehen. Amici hat daher eine Konstruktion erdacht, bei welcher vermittelst mehrerer entgegengesetzt brechender Prismen aus verschiedenen Glassorten erreicht wird, dafs für die mittleren Strahlen des Spektrums die Ablenkung gerade aufgehoben wird, ohne dafs dies gleichzeitig für die Zerstreuung des Lichtes der Fall ist. Die Möglichkeit dieser Anordnung eines „geradsichtigen" Prismensystems ist dadurch gegeben, dafs verschiedene Glassorten in sehr verschiedenem Grade das Licht zerstreuen, sodafs z. B. ein Crownglasprisma, das die durch ein Flintglasprisma hervorgebrachte Ablenkung bei entgegengesetzter Stellung gerade aufhebt, die Dispersion des ersteren aber noch nicht gänzlich zu kompensieren vermag.

statt an der Stelle des Okulars bereits vor dem Objektiv seines Fernrohrs ein grofses Prisma montiert. Die sämtlichen, im Gesichtsfeld des Fernrohrs befindlichen Sterne werden alsdann in ihrer natürlichen Konstellation als kurze Spektra abgebildet[16]); der Haupt-Übelstand dieser schönen Methode besteht in dem hohen Preise eines guten Prismas von so erheblichen Dimensionen und in der Kleinheit der bei ihr anwendbaren Dispersion.

Das Aussehen der Fixsternspektra selbst zeigt nun zwar eine recht erhebliche Mannigfaltigkeit, aber gleichwohl wurde schon den ersten Astronomen, die sich mit einem Vergleich derselben beschäftigten, klar, dafs sich die individuellen Verschiedenheiten der Sternspektra derart innerhalb gewisser Grenzen halten, dafs eine Klassifizierung mit Hilfe weniger Typen möglich erschien. Der erste, der durch eine solche Einteilung die Übersicht erleichterte, war Secchi (Fig. 18); später gaben Vogel, Lockyer, Pickering und Miss Maury andere Einteilungen an.

Wir wollen uns hier damit begnügen, die von H. C. Vogel eingeführte Klassifikation kurz zu besprechen, da dieselbe nicht nur einem praktischen Zwecke dient, sondern uns zugleich ein Bild von dem natürlichen Entwickelungsprozefs der Gestirne darbietet, also gewissermafsen als natürliches System allen künstlichen Anordnungen ebenso gegenübersteht, wie das natürliche Pflanzensystem mit seinen wenigen Hauptgruppen von Gewächsen dem 24klassigen Linnéschen System, dessen mechanischer Schematismus gewifs noch bei vielen unserer Leser von der Schulbank her in traurigem Andenken steht.

Vogel begnügt sich mit einer Gliederung in drei Klassen, welche drei charakteristische Entwicklungsphasen der selbstleuchtenden Gestirne kennzeichnen, und die daher in mannigfacher Weise durch Übergangsformen unter einander verbunden werden. — Die erste Klasse wird von den weifsen Sternen gebildet, in deren Spektrum auch die brechbareren Farben intensiv auftreten, während die metallischen Absorptionslinien entweder ganz fehlen oder doch nur sehr zart vorhanden sind. Die Hauptrepräsentanten dieser Klasse (z. B. Vega und Sirius) zeigen sich von ausgedehnten, durch breite dunkle Linien (C, F und Hγ) charakterisierten Wasserstoffatmosphären umgeben, die bei einigen wenigen ebenfalls hierher gehörigen Sternen (β Lyrae und γ Cassiopejae) so ausgedehnt sind, dafs das Licht des eigentlichen Sterns gegen das seiner Atmosphäre zurücktritt, sodafs

[16]) Wir haben die Reproduktion einer derartigen Sternspektralaufnahme im siebenten Bande dieser Zeitschrift S. 184 gebracht.

die Wasserstoff- und Helium-Linien als helle Emissionslinien und nicht als dunkle Absorptionslinien hervortreten. Eine besondere

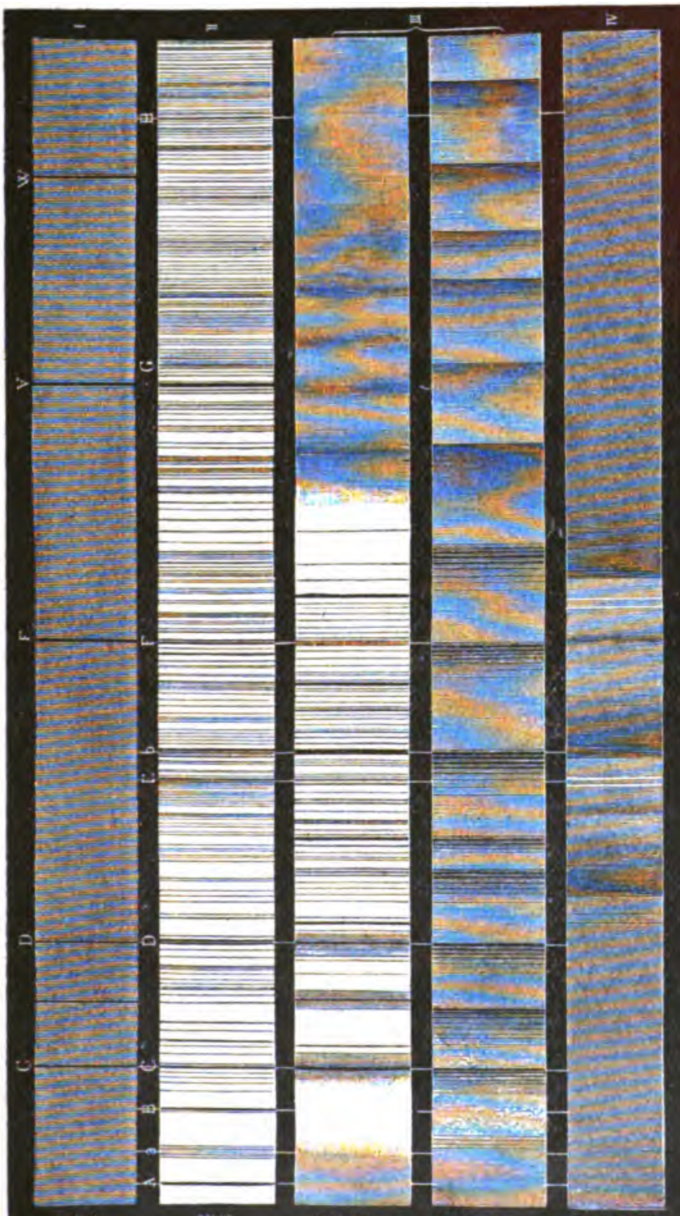


Fig. 18. **Die Haupttypen der Fixsternspektra.**

Unterart dieser ersten Spektralklasse wird von den sogenannten Orionsternen gebildet, in denen von den Wasserstofflinien überhaupt nichts

zu bemerken ist, während die Heliumlinien in stattlicher Anzahl vorhanden sind. Derartige Sterne sind übrigens von Vogel und Scheiner bei ihrer spektrographischen Durchmusterung des Himmels auch aufserhalb des Orion in den verschiedensten Gegenden des Himmels aufgefunden worden.

Die zweite Klasse der Sternspektra kann kurz als die der zahlreichen Sonnensterne charakterisiert werden. Die hierher gehörigen Spektra (z. B. das von Capella, Pollux, Arktur) sind dem Sonnenspektrum sämtlich mehr oder minder ähnlich, da die Metalllinien in grofser Zahl und Intensität auftreten, während die Wasserstofflinien weniger verbreitert erscheinen und sich daher im Aussehen kaum noch von den Metalllinien unterscheiden. Die brechbareren Teile des Spektrums leuchten bei diesen Sternen mit etwas geringerer Intensität als bei den Sternen der ersten Klasse, was eine mehr ins gelbliche gehende Färbung des Gesamtlichtes bewirkt und auf eine etwas niedrigere Temperatur zu schliefsen berechtigt. Übrigens kommen auch in dieser Klasse noch einzelne Sterne vor, bei denen aufser den dunklen Linien und Bändern auch mehrere helle Linien auftreten, die auch hier auf sehr ausgedehnte Gashüllen deuten. Besonders interessant werden diese Spektra mit dunklen und hellen Linien durch den Umstand, dafs die Spektra der neuen Sterne stets denselben Typus zeigten, wie wir aus der Abbildung des Spektrums der Nova Aurigae (Fig. 19) erkennen, die im Jahre 1892 durch ihr plötzliches Aufleuchten grofses, vielen Lesern gewifs noch erinnerliches Aufsehen erregt hat. Die überraschenden Lichtentwicklungen der sogenannten „neuen“, in Wirklichkeit aber jedenfalls sehr alten und darum nicht mehr leuchtenden Sterne müssen demnach sicherlich mit gewaltigen Gasausbrüchen in Zusammenhang stehen, die wohl als Begleiterscheinung einer Durchbrechung der noch dünnen Erstarrungsrinde durch die glühend flüssigen Massen des Inneren aufgefafst werden können.

Die in der regulären Entwicklung am weitesten fortgeschrittenen Fixsterne bilden den dritten Vogelschen Spektraltypus. Dem blofsen Auge schon fallen die hierher gehörigen Sterne (z. B. α Orionis, α Herculis) durch eine entschieden rötliche Färbung auf, und dementsprechend zeigt auch ihr Spektrum eine starke, allgemeine Absorption in der brechbareren Hälfte. Das bedeutsamste Kennzeichen dieser Spektra besteht aber in dem Auftreten breiter, einseitig verwaschener, dunkler Absorptionsbänder, wie solche für chemisch zusammengesetzte Gase charakteristisch sind. Die Temperatur mufs also in den Atmosphären dieser Gestirne bereits so weit gesunken sein, dafs die Ab-

sorption wesentlich gesteigert erscheint und dafs sich chemische Verbindungen bilden konnten, was ja bei unserer Sonne, wie früher erwähnt, der grofsen Hitze wegen nicht möglich ist. In der Unterklasse IIIb vereinigt Vogel endlich einige wenige, entschieden rot gefärbte Sterne von geringerer Helligkeit, bei denen die Absorptionsbänder eine so grofse Ausdehnung gewonnen haben, dafs die Reste des kontinuierlichen Spektrums fast wie helle Linien erscheinen. Auch ist die Verwaschenheit der Bänder bei diesen Sternen auf der entgegengesetzten Seite wahrzunehmen wie bei den Sternen der Klasse IIIa. Bemerkenswert ist noch, dafs eine grofse Zahl der veränderlichen Sterne mit unregelmäfsiger Periode zum dritten Spektraltypus gehört, ein weiterer Grund, diese Sterne als solche zu betrachten, deren Licht dem Verlöschen nahe ist und nur noch gelegentlich mit gröfserer Helligkeit aufflackert.[17]

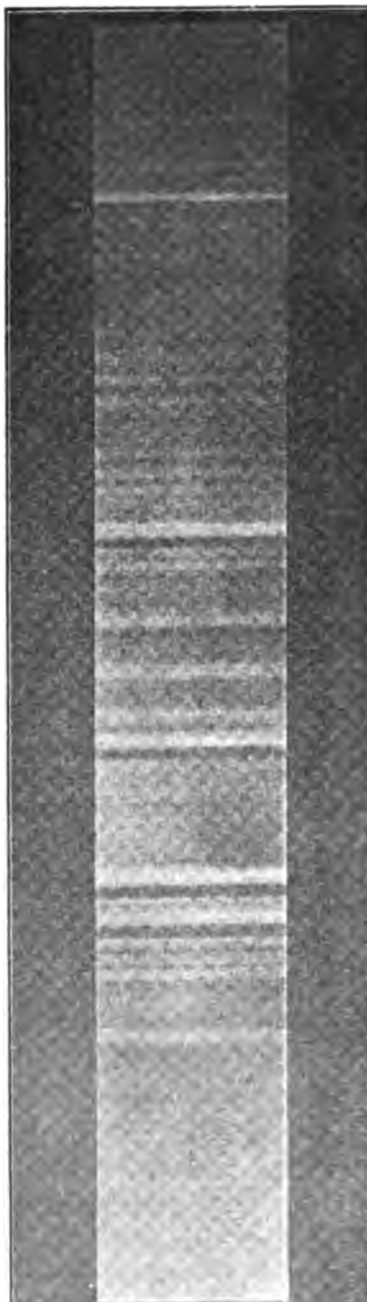


Fig. 19. **Spektrum der Nova Aurigae.**

Als letzte Kategorie von Gestirnen bleiben noch jene zahlreichen, verwaschen begrenzten, mattleuchtenden Objekte zu besprechen, die man treffend als Nebelflecke bezeichnet, da sie in der That mit mehr oder weniger aus-

[17]) Man vergleiche übrigens hierzu das die obigen Darlegungen in mancher Hinsicht ergänzende Referat über Scheiners Untersuchungen der Spektra der helleren Sterne (Bd. VIII, S. 143). — Unsere Tafel (Figur 18) stellt die im Text besprochenen Haupttypen der Fixsternspektra zusammen. Jedoch hätten beim Siriusspektrum die Wasserstofflinien breiter und verwaschener, das kontinuierliche Spektrum dagegen heller ausfallen sollen. Das mit IV bezeichnete Spektrum eines roten Sterns gehört zur Vogelschen Unterklasse IIIb.

gedehnten Nebelwölkchen äufserlich die gröfste Ähnlichkeit haben. Der absolut unveränderliche Ort dieser Himmelskörper lehrt uns, dafs dieselben mindestens ebenso unermefslich weit vom Sonnensystem entfernt sind wie die meisten Fixsterne. Wenn wir nun in Betracht ziehen, dafs einzelne dieser Gebilde, z. B. der berühmte Orionnebel, die Mondscheibe an scheinbarer Gröfse übertreffen, während doch die Fixsterne auch bei stärkster Vergröfserung punktförmig bleiben, so ahnen wir wohl die enorme Ausdehnung jener nebligen Materie, und es drängt sich von vornherein die Vermutung auf, dafs hier ein lockerer Urstoff sich gewissermafsen noch in einem chaotischen, ungeformten Zustande befinde. Darum war die spektralanalytische Untersuchung des matten Lichtes der Nebelflecke von besonderem Interesse, und man kann wohl sagen, dafs im allgemeinen die älteren Ansichten über die Natur der Nebelflecke durch dieselbe bestätigt worden sind. Das Spektrum dieser Himmelskörper besteht nämlich aus wenigen feinen, hellen Linien und zeigt dadurch, dafs die Materie sich hier in der That noch im Zustande sehr verdünnten Gases befindet. Vorwiegend sind es vier Linien, die in den meisten Nebelfleckenspektren gesehen werden. Die hellste derselben (bei 500,6 $\mu\mu$), sowie eine zweite (bei 495,7 $\mu\mu$) können bis jetzt noch nicht mit dem Spektrum eines bekannten Stoffes identifiziert werden, während die beiden übrigen Linien mit den bekannten Wasserstofflinien F und Hγ zusammenfallen. Bei lichtschwächeren Nebeln ist nur die Linie bei 500,6 $\mu\mu$ erkennbar, die darum als Haupt-Nebellinie gilt.

Auffallend ist bei dem Vorhandensein der blauen und violetten Wasserstofflinien das Fehlen der roten Linie C; dasselbe dürfte vermutlich durch die geringe Dichtigkeit der die Nebel bildenden Gasmassen und vielleicht auch durch deren Temperaturverhältnisse zu erklären sein. Übrigens finden sich in einzelnen Nebeln aufser den oben genannten, typischen Nebellinien auch noch vereinzelte andere Linien, ja mitunter sind die hellen Linien sogar noch durch ein schwaches kontinuierliches Spektrum verbunden, das im Grün besonders hell erscheint. — Eine bedeutsame Verschiebung haben durch die spektralanalytischen Forschungen die Ansichten über die Entfernung der Nebelflecke erfahren. Während man früher glaubte, dafs diese Gebilde als völlig selbständige, weit aufserhalb unseres Fixsternsystems gelegene Weltkomplexe anzusehen seien, hat die Spektralanalyse mehrfach einen unmittelbaren physischen Zusammenhang zwischen Nebeln und Fixsternen dargethan. Vor allem waren es Photographien des Orionnebelspektrums, die einen derartigen Schlufs zuliefsen, nachdem Huggins vortreffliche Aufnahmen des Spektrums dieses hellsten

aller Nebel bei engem Spalte erzielt hatte. Diese Bilder zeigten nämlich feine Liniengruppen, die in der Nähe der Sterne des Trapezes, einer inmitten der Nebelmasse gelegenen Gruppe von vier Sternen, besonders intensiv wurden; auch waren gewisse Linien überhaupt nur in denjenigen Teilen des Nebels vorhanden, die jenen Sternen benachbart sind. Aus diesen Thatsachen geht unzweifelhaft hervor, dafs die Trapezsterne nicht etwa blofs optisch sich gerade auf den Nebelfleck projizieren, sondern inmitten der Nebelmaterie als fertige Sterne schweben und sozusagen die Centralkörper jenes chaotischen Weltgebildes darstellen. Man sieht daraufhin nunmehr die Nebelflecke vielfach als eine besondere Klasse von Gestirnen an, die innerhalb unseres sogenannten Milchstrafsensystems nicht selten vorkommen, wenn auch ihre Anzahl gegen die der sternartigen Körper bedeutend zurücksteht. Übrigens sind vereinzelt auch Übergangsformen entdeckt worden, nämlich Objekte, die bei blofser Betrachtung im Fernrohr durchaus einen sternartigen Eindruck machen, auf Grund ihres Spektrums jedoch zu den Nebeln gezählt werden müssen.

Die Linienverschiebungen.

Am Schlufs unserer Darstellung der Ergebnisse, zu denen die Spektralanalyse der Gestirne geführt hat, erübrigt uns noch die Besprechung eines hochwichtigen Prinzips, mit Hilfe dessen wir aus genauen Ausmessungen der Sternspektra nicht nur astrophysikalische, sondern auch astrometrische Schlüsse ziehen, und zwar gerade diejenige Bewegungsart der Gestirne ermitteln können, die uns direkt nicht wahrnehmbar ist, weil sie in die Verbindungslinie Erde — Stern fällt. Man kann wohl sagen, dafs die hierher gehörigen, sich auf das sogenannte Dopplersche Prinzip stützenden Entdeckungen den allergröfsten Ruhmestitel der spektralanalytischen Methode bilden. Entsprechend der gerade in neuester Zeit hervorgetretenen Bedeutung dieser speziellen Anwendung der Spektralanalyse sind in dieser Zeitschrift schon wiederholentlich sehr gründliche Erläuterungen des Dopplerschen Prinzips gegeben worden, und wir können uns darum hier unter Hinweis auf jene ausführlicheren Darlegungen [16]) füglich kürzer fassen.

Die Wellentheorie des Lichts lehrt, dafs die Farbe eines Lichtstrahls von der Zahl der unser Auge während einer Sekunde treffenden Äther-Wellen abhängt; jede Ursache, welche diese Zahl zu verändern im stande ist, mufs auch eine Farbenänderung unserer Licht-

[16]) Himmel und Erde Bd. I S. 197; B. III S. 149; Bd. V S. 20, 69, 131; Bd. VI S. 101, 241; Bd. VIII S. 88; Bd. IX S. 89; Bd. X S. 283.

empfindung bedingen. Nun kann offenbar die Zahl der das Auge des Beobachters treffenden Wellenzüge bei objektiv völlig unveränderter Schwingungszahl eine Modifikation erfahren, wenn Auge und Lichtquelle sich nicht in relativer Ruhe befinden, sondern ihren Abstand vergröfsern oder verkleinern. Bewegt sich z. B. das Auge der Fortpflanzungsrichtung der Lichtwellen entgegen, so wird es in kürzeren Zeit-Intervallen den Wellenbergen begegnen, als wenn es in Ruhe verharrt wäre. Gegenseitige Annäherung von Auge und Lichtquelle mufs also die Farbe und damit auch den Ort einer isolierten Spektrallinie etwas nach der violetten Seite hin verschieben, während Entfernung das Umgekehrte bewirkt. Wie eine isolierte, helle Linie wird sich aber auch jede dunkle Linie in einem kontinuierlichen Spektrum verhalten, ist dieselbe doch nur durch „Umkehrung“ aus einer hellen Linie entstanden.

Der erste sichere Nachweis der Realität einer solchen Linienverschiebung infolge sehr schneller Bewegung in der Gesichtslinie gelang 1871 H. C. Vogel mittelst des eigens zu diesem Zwecke von Zöllner ersonnenen „Reversionsspektroskops“. Vogel konnte an gegenüberliegenden Rändern der Sonne entgegengesetzte, durch die Sonnenrotation hervorgerufene Verschiebungen feststellen. Später wurden dann mit inzwischen vervollkommneten Apparaten auch die Geschwindigkeiten der Planeten spektralanalytisch gemessen und die Ergebnisse dieser Messungen in genauer Übereinstimmung mit der berechneten Bewegung befunden. Durch derartige Kontrollen war die Zuverlässigkeit des Dopplerschen Prinzips hinreichend geprüft, um es auch in jenen Fernen anwenden zu können, wo wir sonst wegen des allzugrofsen Abstandes der Gestirne von Bewegungen kaum mehr etwas wahrzunehmen vermögen. Da zeigte sich denn, dafs Fixsterne und Nebelflecke ebenso wie die uns näheren Himmelskörper in rastloser, zum Teil sogar enorm schneller Bewegung begriffen sind, ja aus gewissen Schwankungen in den Geschwindigkeiten konnten sogar die kühnsten Schlufsfolgerungen in Bezug auf das Vorhandensein unsichtbarer Doppelsterne aufgebaut werden, wie dies besonders in dem Aufsatz „Die Astronomie des Unsichtbaren“ im fünften Bande dieser Zeitschrift näher besprochen ist.

Aber auch die Erforschung der Rätsel unseres Sonnenballs ist durch die Anwendung des Dopplerschen Prinzips wesentlich gefördert worden. Zunächst konnte die Rotation der Sonne durch Beobachtung der Linienverschiebungen in allen möglichen Breiten untersucht werden, während man vordem nur auf Grund der Fleckenbeobachtungen die eigentümliche Verlangsamung der Umdrehung in

höheren Breiten erkannt hatte. Dunér konnte mit Hilfe der Verschiebung zweier Eisenlinien feststellen, dafs auch die absorbierende Schicht, in welcher diese Linien zustande kommen, in ähnlicher Weise rotiert. Andererseits hat allerdings Crew aus der Beobachtung anderer Linien den Schlufs gezogen, dafs die Sonnenatmosphäre wie ein starrer Körper in allen Breiten mit gleicher Winkelgeschwindigkeit rotiere. Der scheinbare Widerspruch dieser Resultate dürfte sich vermutlich, wie Brester aussprach, daraus erklären, dafs die von Crew benutzten Linien erst in der eigentlichen Sonnenatmosphäre zustande kommen, während die von Dunér beobachteten Eisenlinien schon zwischen den photosphärischen Wölkchen durch Absorption entstehen mögen, wo die Gasmassen natürlich annähernd dieselbe Geschwindigkeit haben müssen wie jene Wölkchen, die diejenige Schicht der Sonne bilden, in der auch die Flecken anzutreffen sind.

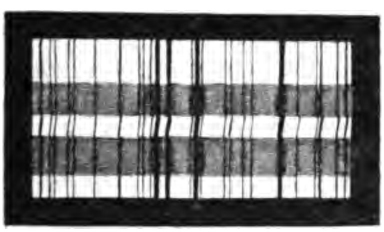


Fig. 20.



Fig. 21.

Auch individuelle Bewegungen von aufserordentlicher Geschwindigkeit konnten spektroskopisch bei Flecken und Protuberanzen beobachtet werden. So zeigt uns Fig. 20 das Spektrum eines durch eine Lichtbrücke in zwei Teile geteilten Fleckens nach Vogel. Die Linien sind in der Lichtbrücke schräg verzerrt, d. h. sie sind am Rande des gröfseren Flecks nach Violett, am Rande des kleineren nach Rot verschoben. Daraus würde zu schliefsen sein, dafs die absorbierenden Gase am Rande des gröfseren Flecks mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 40 Kilometern in der Sekunde aufstiegen und auf der anderen Seite der Lichtbrücke in entsprechendem Mafse herabsanken.

Auch bei den am Rande der Sonne durch das Spektroskop sichtbar gemachten Protuberanzlinien treten mitunter auffallende Verzerrungen ein, wie es z. B. durch Fig. 21 dargestellt wird, die eine von Vogel am 3. Juni 1871 in der F-Linie beobachtete Protuberanz zeigt. Die Figur wird nach unseren früheren Besprechungen über die Beobachtung von Protuberanzen sofort verständlich sein; uns interessiert hier nur die s-förmige Krümmung der hellen Linie. Dieselbe deutet auf eine höchst heftige Wirbelbewegung, da die Linie

in ihrer mittleren Höhe nach Violett, weiter oben aber nach Rot verschoben erscheint, während die Spitze wieder die normale Lage aufweist, die durch die dunkle, vom in der Luft reflektierten Sonnenlicht herrührende Linie markiert ist. Diejenigen Teile der Linie, welche nicht verschoben sind, werden gleichwohl nicht in Ruhe sein; hier ist vielmehr nur die Bewegung senkrecht zur Gesichtslinie gerichtet, sodafs in Bezug auf unser Auge weder Annäherung noch Entfernung stattfindet. — Die durch Vogels Beobachtung im vorliegenden Fall angezeigte Geschwindigkeit der wirbelnden Gasmassen beläuft sich auf über 100 km in der Sekunde, eine überwältigende Zahl, wenn man bedenkt, dafs auf Erden selbst bei den heftigsten Orkanen Geschwindigkeiten von 50 m nicht überschritten werden.

Wir sind zum Ende unserer Erläuterungen über die Bedeutung der spektralanalytischen Forschung für die Astronomie gelangt. Von nicht minder hervorragendem Nutzen als für diese Wissenschaft ist die Spektralanalyse natürlich auch für die Chemie, wie wir schon im ersten Teil dieses Aufsatzes kurz erwähnt haben. Aber auch im praktischen Leben erfährt die spektrale Zerlegung des Lichts die bedeutsamste Anwendung. Der Gerichtschemiker kann mit ihrer Hilfe gar oft Verfälschungen von Nahrungsmitteln und Droguen entdecken, Blut aber wird selbst in den geringsten Spuren erkannt, sodafs schon mancher Verbrecher mit Hilfe des Spektroskops überführt werden konnte. Der Photograph benutzt dasselbe Instrument, um sich die für seine jeweiligen Zwecke passendsten Lichtfilter auszusuchen, und der Gufsstahlfabrikant bedient sich desselben, um den Moment der Beendigung des Bessemer-Prozesses mit Sicherheit zu erfassen, da eine rechtzeitige Unterbrechung des Gebläses zur Erzeugung eines guten Produktes von der höchsten Wichtigkeit ist.

So sehen wir, dafs die von Kirchhoff (siehe Titelblatt) und Bunsen in treuem Zusammenwirken geschaffene Methode der qualitativen Untersuchung des Lichtes zu den fruchtbarsten Errungenschaften des zur Neige gehenden Jahrhunderts gehört. Bei den kommenden Geschlechtern werden die Namen aller der Forscher in dankbar ehrendem Andenken bleiben, die in emsiger Arbeit sich um die Ausgestaltung der Spektralanalyse und ihrer Anwendungen Verdienste erworben und sie so zu dem wichtigen Forschungsmittel gemacht haben, als das sie sich uns heute darstellt.

Der Schlufs des Aufsatzes von Prof. Koppe „Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung" folgt im nächsten Heft.

Ein bedeutender Fortschritt in der Photographie lichtschwacher Himmelsobjekte ist in neuerer Zeit durch die Herstellung von Fernrohren mit abnorm kurzer Brennweite erzielt worden. Je kürzer die Brennweite des Objektivs, um so kleiner mufs ja nämlich das reelle Bild des Objekts ausfallen, und da somit die gesamte, vom Objektiv aufgefangene Lichtmenge auf einer kleinen Fläche konzentriert bleibt, wird die Helligkeit des Bildes notwendig in entsprechendem Grade erhöht sein. Es gelingt daher mit Instrumenten von kurzer Brennweite, bei verhältnismäfsig kurzer Expositionszeit deutliche photographische Aufnahmen der lichtschwächsten Himmelsobjekte zu gewinnen. — Das non plus ultra dieser Gattung von photographischen Fernrohren dürfte bis jetzt in dem neuen Teleskop der Sternwarte zu Meudon erreicht sein, das einen Spiegel von einem Meter Durchmesser bei nur drei Meter Brennweite besitzt. Begreiflicherweise mufste die technische Herstellung eines so grofsen und dabei so stark gekrümmten Hohlspiegels die allergröfsten Schwierigkeiten bereiten, deren jedoch die meisterhafte Geschicklichkeit der Gebrüder Henry, jener berühmten Begründer der modernen Himmelsphotographie, in vorzüglicher Weise Herr geworden ist. In der Sitzung vom 31. Januar 1898 konnte Mr. Rabourdin der Pariser Akademie eine Reihe von Photographien bekannter Nebelflecke vorlegen, die bei verblüffend kurzer Expositionszeit mit dem Meudoner Teleskop gewonnen wurden und dennoch die feinsten Einzelheiten mindestens ebenso gut erkennen lassen wie die besten älteren Aufnahmen mit anderen Instrumenten, zu deren Gewinnung jedoch die vier- bis zehnfache Belichtungsdauer erforderlich war. So wurde vom Ringnebel in der Leyer in zwanzig Minuten ein Bild gewonnen, welches dem 1890 von Rabourdin in Algier während sechsstündiger Exposition aufgenommenen völlig gleichkommt, und bei einer Belichtung von 53 Minuten hatte auch die ganze Innenfläche des Ringes, die bekanntlich mit einem äufserst feinen Nebel-

schleier erfüllt ist, derartig gewirkt, dafs der Eindruck der Ringform auf dieser Platte gänzlich verschwunden ist. Die letztere Aufnahme zeigte sich der mit einem zur offiziellen Himmelskarte dienenden Instrument zu Taschkent während 24stündiger Belichtung gewonnenen Platte überlegen. — Der berühmte Dumb-bell-Nebel zeigt sich bei zweistündiger Belichtung im Reflektor zu Meudon als ein elliptischer Nebel, der in vieler Beziehung dem Ringnebel in der Leyer ähnlich ist, so verschieden auch der direkte Anblick beider Nebel selbst in kräftigen Fernrohren erscheinen mag. — Eine Plejadenaufnahme (Belichtungsdauer eine Stunde) brachte sogar aufser den schon von den Gebrüder Henry entdeckten Nebeln noch zwei neue Nebel (um Atlas und Plejone) ans Licht und zeigte aufserdem merkwürdige geradlinige Nebelstreifen, welche gewisse Sterne der Plejadengruppe unter einander verbinden und in geringerer Anzahl ebenfalls schon auf den Henryschen Platten bemerkbar waren.

Wenn man mehrere Aufnahmen desselben Nebels, die bei verschiedenen Expositionszeiten mit demselben Instrument erhalten wurden, mit einander vergleicht, so ist man vielfach kaum im stande, die Identität des Objekts zu erkennen. Ähnliche Unterschiede sind natürlich bei gleicher Belichtungszeit auch durch die wechselnde Luftbeschaffenheit, verschiedene zur Anwendung kommende Instrumente, die ungleiche Empfindlichkeit der benutzten Platten u. s. w. bedingt. Um es daher zu ermöglichen, in Zukunft unter veränderten Verhältnissen eine Nebelfleck-Aufnahme zu erhalten, welche mit einer älteren vergleichbar ist und daher etwaige reelle Veränderungen anzuzeigen gestatten würde, ist es durchaus nötig, jeder Aufnahme gewissermafsen den Stempel des Komplexes aller Umstände, unter denen sie zu stande kam, aufzudrücken. Janssen hat zu diesem Zweck seinen schon 1881 ausgesprochenen Vorschlag wiederholt, auf jeder Platte noch einige Sternscheibchen sich abbilden zu lassen, wie man sie erhält, wenn man den von einem helleren Fixsterne kommenden Strahlenkegel aufserhalb des Focus auffängt. Alle auf die Güte der Nebelaufnahme einwirkenden Faktoren werden in gleicher Weise auch auf die Schwärzung dieser Sternscheibchen einen Einflufs haben, und das bei derselben Belichtungsdauer erhaltene Sternscheibchen wird daher als Testzeichen für das Ergebnis des Zusammenwirkens aller die Güte des Bildes beeinflussenden Faktoren gelten können. Will man dann später einmal eine Aufnahme unter entsprechenden Verhältnissen zum Zwecke der Vergleichung machen, so hat man zunächst durch Versuche diejenige Belichtungsdauer zu bestimmen, welche ein dem früheren völlig gleichendes Scheibchen der betreffenden,

selbstverständlich als nicht veränderlich vorausgesetzten Sterne ergiebt; diese Belichtungszeit ist dann auch für den Nebel in Anwendung zu bringen.

Das Zeemannsche Phänomen.

Seit etwa einem Jahre wird das Interesse der Spektroskopiker in hohem Mafse durch eine Beobachtung erregt, welche zuerst von Zeemann gemacht und dann alsbald durch eindringende Studien von Cornu, Michelson, König und anderen näher untersucht worden ist, da sie uns einen ganz neuen Zusammenhang zwischen Magnetismus und Licht kennen gelehrt hat.

Schon seit Faraday kennt man die Thatsache der Drehung der Polarisationsebene des Lichts durch magnetische Kräfte; war dies doch der erste, überraschende Beweis eines Zusammenhanges zwischen dem Licht und der Elektrizität, der Maxwell einen wesentlichen Anstofs zur Entwickelung der elektromagnetischen Theorie des Lichts gab. — Zeemann hat nun gefunden, dafs nicht nur die Richtung, in welcher die Ätherteilchen ihre uns als Licht wahrnehmbar werdenden Schwingungen vollführen, durch magnetische Kräfte geändert werden kann, sondern dafs dasselbe auch von der Schwingungsdauer gilt, was wir an einer Verbreiterung der feinen Spektral-linien, wie sie von leuchtenden Gasen erzeugt werden, erkennen. Bei hinreichender Intensität des magnetischen Feldes gelang sogar die künstliche Verwandlung einfacher Linien in doppelte und mehrfache, wobei sich noch die merkwürdige Thatsache herausstellte, dafs die den einzelnen Teillinien entsprechenden Strahlen sich durch ihre Polarisation, d. h. durch die Richtung, in welcher die entsprechenden Ätherschwingungen stattfinden, unterscheiden. Verlaufen die Strahlen in der Richtung der magnetischen Kraftlinien (d. h. in derjenigen Richtung, welche eine kleine, frei drehbare Magnetnadel angeben würde), so tritt eine Zerspaltung in zwei Strahlen von etwas verschiedener Schwingungsdauer (und darum auch verschiedener Brechbarkeit) ein, und die nähere Untersuchung läfst dann erkennen, dafs die Ätherteilchen jetzt nicht mehr geradlinig schwingen, sondern in kreisförmigen Bahnen mit entgegengesetztem Drehungssinn die Gleichgewichtslage umlaufen. In der Kunstsprache heifst das: die beiden durch magnetische Spaltung entstandenen Strahlen sind entgegengesetzt cirkular polarisiert. Steht dagegen der beobachtete Lichtstrahl auf der Richtung der magnetischen Kraftlinien senkrecht, so wird derselbe sogar in drei Einzelstrahlen zerspalten, die im Spektroskop drei dicht nebeneinander liegende Linien

erzeugen; diesmal finden jedoch die Schwingungen der Ätherteilchen in geradlinigen Bahnen statt, und zwar so, dafs diejenigen der mittleren Linie senkrecht stehen zu der Ebene, in welcher die die äufseren Linien erzeugenden Strahlen schwingen — die Strahlen sind alle drei geradlinig polarisiert, und zwar der mittelste senkrecht gegen seine beiden Nachbarn. Eine Erklärung dieser merkwürdigen Wahrnehmungen ist schwierig, aber doch möglich nach einer besonderen, von Lorentz aufgestellten Theorie, auf die hier freilich nicht eingegangen werden kann.

Ganz kürzlich haben noch Cornu und Michelson gezeigt, dafs sich das Phänomen unter Umständen noch komplizierter gestaltet, als wir eben angegeben haben, indem die bei Zeemann noch einfach erscheinenden Teillinien auch ihrerseits sich wieder als mehrfach erweisen.

Becquerel und Deslandres endlich haben noch festgestellt, dafs die durch magnetische Kraft hervorgerufenen Veränderungen durchaus nicht bei allen Linien eines und desselben Spektrums die nämlichen sind. So werden bei dem sehr linienreichen Eisenspektrum zum Beispiel etliche Linien gar nicht verdoppelt, manche aber sogar in Quadrupel aufgelöst, und dies hängt vielfach auch von der Lage der Ebene ab, in welcher das Licht vor dem Eintritt in das magnetische Feld polarisiert worden war. So enthüllt uns das Zeemannsche Phänomen, ganz abgesehen von dem Interesse, das die Beeinflussung der Lichtschwingungen durch magnetische Kräfte an sich schon erwecken mufs, auch natürliche Gruppen von Linien eines Elements, die sich der magnetischen Kraft gegenüber gleichartig verhalten. Durch solche neuen Gruppierungen werden wir in dem Chaos der Hunderte von Linien einzelner Elemente hoffentlich eine vollkommenere Übersicht zu gewinnen lernen, was auf dem Wege zum vollen Verständnis der spektralanalytischen Erscheinungen einen wichtigen Fortschritt bedeuten mufs.

Astronomische Fragen in der altorientalischen Chronologie. Unsere Kenntnis der Zeitrechnung der Babylonier, über die man bis vor wenigen Jahren nicht viel mehr wufste, als dafs sie ein gebundenes Mondjahr (nach Mondmonaten mit Schaltung) gewesen ist, hat durch einen Versuch von Mahler Anstofs zu lebhaften Diskussionen gegeben. Mahler hat die Hypothese aufgestellt, dafs die Babylonier eine feste Schaltungsmethode angewendet haben, welche nach bestimmten Regeln vorging. Diese Meinung wird indessen von einigen Assyriologen nicht geteilt, besonders aber von Oppert heftig bekämpft.

Letzterer wendet namentlich dagegen ein, dafs nach Mahlers System die Monatsanfänge zum Teil mit dem Eintritt des Neumondes zusammenfallen würden, was unmöglich sei, da dann die Babylonier ihre Monate nicht (wie die übrigen orientalischen Völker) mit dem Sichtbarwerden der Mondsichel nach Neumond begonnen haben könnten. C. F. Lehmann kommt nun in einem neuen Buche über historische Schwierigkeiten in der morgenländischen alten Geschichte*) auch auf den Mahlerschen Schaltungsmodus zu sprechen. Er macht darauf aufmerksam, dafs bei einem Schaltcyclus der Monatsanfang ebensowohl auf den Tag des wahren Neumondes wie auf den Tag fallen konnte, an welchem die Sichel zum ersten Mal sichtbar wurde. Denn ein Schaltcyclus versucht überhaupt nur die Ausgleichung der zwischen Sonne und Mond bestehenden Bewegungsverschiedenheiten, bei seiner Anwendung sei also eine Kongruenz der Zeitrechnung mit den thatsächlichen Vorgängen am Himmel nicht immer zu erwarten, desto weniger, je unvollkommener eben die Schaltung gewesen sei. Wenn also die von Mahler auf Grund seiner Schaltungshypothese ausgearbeiteten Tabellen den Monatsanfang nicht immer auf den Tag der Sichtbarkeit des Neulichtes fallen lassen, so sei das noch kein Beweis dagegen, dafs der von Mahler proponierte 19jährige Schaltcyclus von den Babyloniern angewendet worden ist. Bei diesem Volke — dessen astronomische Kenntnisse jetzt nach den Forschungen von Strassmaier und Epping erheblich höher zu stellen sind, als man früher angenommen hat — ist vielmehr die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs es einen regelrechten Schaltcyclus in der Zeitrechnung angewendet hat. Die allmähliche astronomische Entwickelung der Babylonier (aus der Zeit der Seleuciden giebt es bereits keilschriftlich überlieferte astronomische Ephemeriden!) weist darauf hin, dafs mit der sich erweiternden Kenntnis der Mondbewegung ein regelmässiges System der Schaltung Platz greifen mufste und nicht willkürlich geblieben ist, wie Oppert zu behaupten sucht. Ob Mahlers Hypothese schon ganz das Richtige trifft, oder ob sie noch Verbesserungen bedarf, wird die Vergleichung keilinschriftlich überlieferter babylonischer Datumsangaben mit seinen Tabellen lehren. C. F. Lehmann bemerkt ferner, dafs auffälligerweise der Beginn des 19jährigen Schaltcyclus auf das erste Jahr des Königs Nabonassar fällt. Nun bezeugt bekanntlich Berossus (ein Zeitgenosse Antiochus I. 281 — 261 v. Chr.), dieser König habe, um mit seiner Regierung zugleich eine neue Zeitrechnung

---

*) Zwei Hauptprobleme der altorientalischen Chronologie, Leipzig, E. Pfeiffer, 1898.

beginnen zu können, die bis auf seine Zeit vorhandenen inschriftlichen Urkunden zerstören lassen. Diese „Ära des Nabonassar“ beginnt mit dem 26. Februar 747 v. Chr.; eine grofse Reihe astronomischer Beobachtungen ist uns von Ptolemäus mit Zugrundelegung dieser Zeitrechnung überliefert worden. Die offenbar in dem Zeugnisse des Berossus vorliegende Reformierung der Zeitrechnung durch Nabonassar und das Zusammenfallen dieses Zeitpunktes mit dem Anfang des Mahlerschen 19jährigen Schaltcyclus legt den Gedanken nahe, ob nicht vielleicht Nabonassar es gewesen, der mit der neuen Ära auch einen neuen Schaltungsversuch eingeführt hat. — Eine andere astronomische Frage, welche C. F. Lehmann in seinem Buche berührt, ist die vermutliche Bedeutung eines ägyptischen „Kalenders“ auf der Rückseite des Papyrus Ebers. Auf diesem uralten historischen Dokumente heifst es nämlich: „Jahr 9 unter Amenophis I.“

„Neujahr	Epiphi,	Tag	9	Aufgang	der	Sothis“
„Thi	Mesore	„	9	„	„	„
„Mnht	Thout	„	9	„	„	„
„Hathor	Paophi	„	9	„	„	„

Der Kalender giebt nämlich (für alle zwölf Monate) in der ersten Columne die Namen der Schutzgötter der Monate oder der Feste, die in diesen Monaten stattfanden, in der zweiten die ägyptischen Monatsnamen mit Hinzufügung von „Tag 9“, in der dritten immer „Aufgang der Sothis“ mit bezüglichen Wiederholungszeichen auf jeder Zeile. Der Beginn des Jahres wurde von den Ägyptern beim Frühaufgange des Sirius gefeiert („Aufgang der Sothis“), und durch die Angabe des Kalenders steht fest, dass im 9. Jahre des Amenophis I. das Neujahrsfest des festen Jahres auf den 9. Epiphi des Wandeljahres fiel. Der Sinn, der in der Anordnung der weiteren Zeilen ausgedrückt sein soll, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Lehmann deutet (in Übereinstimmung mit Eisenlohr) die Absicht des Kalenderschreibers so, dafs für jeden 9. Tag aller zwölf Monate der Sirius-Aufgang verzeichnet werden sollte. Dafs aber ein Sirius-Aufgang wieder auf den 9. eines Monats fiel, ereignet sich jedoch erst in Zwischenräumen von 120 Jahren. Also liegt zeitlich zwischen den einzelnen Zeilen des Kalenders eben diese Periode von 120 Jahren. Ob in dem Kalender eine vom 9. Jahre des Amenophis I. ausgehende cyclische Rechnung ausgedrückt werden soll, oder ob darin eine direkte astronomische Beobachtung verborgen liegt, hat sich nicht weiter entscheiden lassen. — *

Über das grofse Teleskop der Pariser Ausstellung von 1900 wird jetzt bekannt, dafs das Objectiv eine Öffnung von 49 Zoll und eine Brennweite von 197 Fufs erhalten soll. Demnach würde das Riesen-Instrument, dessen Herstellung die Firma Gautier übernommen hat, das bisher gröfste Fernrohr der Welt auf der Yerkes-Sternwarte allerdings noch erheblich überflügeln und sicherlich eine Hauptsehenswürdigkeit der Weltausstellung bilden. Die Kosten des Unternehmens sollen auf 1 400 000 Francs veranschlagt sein.

Bibliographisches

F. J. Studnička: Bis ans Ende der Welt. Astronomische Causerien. Prag. Selbstverlag. Neue Auflage.

Dieses hübsche Büchlein beweist, dafs auch Mathematiker (der Verfasser ist Professor an der Prager Universität) sich mit Glück bisweilen auf das ihnen sonst sehr ferne stehende Gebiet der feuilletonistischen Darstellung begeben dürfen. Einigen Freunden, unter denen ein kenntnisreicher Engländer besonders hervorragt, bietet der Aufenthalt in Karlsbad sowie die Reise von dort nach Prag die Gelegenheit zu Unterhaltungen über die verschiedensten sachlichen Kapitel und historischen Seiten der Astronomie und Physik. Geist und Humor, manchmal auch feine Satyre, wird der Leser an diesen Gesprächen — die am Karlsbader Brunnen, im Eisenbahnwaggon, in Prag bei Besuch wissenschaftlich-historischer Sehenswürdigkeiten u. s. w. geführt werden — nicht vermissen. G.

Silvanus P. Thompson: Über sichtbares und unsichtbares Licht. Deutsche Ausgabe von Prof. Dr. O. Lummer. Halle a. S., Verlag von W. Knapp. 1898. Preis 9 M.

Das vorliegende Buch läfst den Leser an einem an der Royal Institution in London gehaltenen Vortragscyclus teilnehmen, soweit sich das selbst beobachtete Experiment an der Hand von Abbildungen durch den Wortlaut des erläuternden Vortrags ersetzen läfst. Herr Thompson giebt sich durch diese Publikation als ein zweiter Tyndall zu erkennen, indem er mit lebhaft begeisterter Rede eine Reihe der interessantesten Kapitel der Optik mit ebenso

meisterhafter Gewandtheit vorträgt, wie man es einst von John Tyndall gewohnt war. Herr Professor Lummer hat sich daher um das deutsche Publikum ein grofses Verdienst damit erworben, dafs er ihm diese Vorlesungen, mit ergänzenden Anmerkungen versehen, zugänglich machte und dabei auch manche einseitig englische Auffassungen des Autors berichtigte. — Höchst originell mutet gleich die erste Vorlesung über „Licht und Schatten" an; hat es der Verfasser doch hier verstanden, die geometrische Optik in überraschend einfacher Weise unmittelbar aus der Wellenlehre abzuleiten, statt zuerst in althergebrachter Weise nur mit abstrakten, in der Wirklichkeit gar nicht existierenden Lichtstrahlen zu operieren. In trefflichster Weise werden die Schattenphänomene, sowie die Gesetze der Reflexion und Brechung zuerst mit einem Wasserwellenapparat demonstriert und dann unmittelbar auf Lichtwellen übertragen. Auch in den späteren Abschnitten, welche die verschiedenen Arten der Strahlung und die Polarisationserscheinungen behandeln, werden vielfach höchst sinnreiche, einfache Apparate zur Veranschaulichung benutzt, die es in hohem Mafse verdienen, allgemeiner bekannt zu werden. Bei der Besprechung der farbigen Photographie wird auch das Ivessche Photochromoskop, das letzthin die Besucher der Urania entzückte, ausführlich behandelt, wie auch sonst, z. B. im Kapitel über Röntgenstrahlen, die neuesten Fortschritte unseres Wissens vollauf berücksichtigt sind. Eine Anzahl von Anhängen ist für diejenigen Leser bestimmt, die in einzelne Materien noch etwas weiter eindringen wollen, als die populäre Vorlesung es gestattete. — Jedenfalls sind Bücher von diesem Schlage vortrefflich geeignet, die Freude an wissenschaftlicher Belehrung zu steigern, zugleich aber auch den Lehrern der Physik als Vorbild einer anregenden Darstellungsweise zu dienen, die durch methodisch durchdachte Anordnung des Stoffes fast mühelos auch über solche Gebiete hinwegführt, die gemeinhin als schwierig und undankbar gelten. F. Kbr.

Hübner's Geographisch-statistische Tabellen. Ausgabe 1898. Herausgegeben von Hof-Rat Prof. Fr. von Juraschek. Verlag von Heinrich Keller in Frankfurt a. M. Preis der Buch-Ausgabe M. 1,20, der Wandtafel-Ausgabe 60 Pfg.

Das Werkchen löst die Aufgabe, dem grofsen Publikum die wichtigsten statistischen Zahlen in klarer, übersichtlicher und dabei möglichst knapper Form zugängig zu machen, in überaus glücklicher Weise. Es ist bewundernswert, ein wie reiches Material auf dem geringen Raume dieser Tabelle geboten ist. Wir finden die notwendigsten Daten über Bevölkerung, Verfassung, Finanzen, Heerwesen, Flotte, Handel, Verkehrswesen etc., welche fast täglich vorkommen, dort angegeben und können das Werk als ein Vademecum bezeichnen, dessen Vorzüge sich zusammenfassen lassen in den Eigenschaften: Übersichtlichkeit, Reichhaltigkeit, Gediegenheit und Billigkeit.

Es sei noch besonders auf die eingehende Berücksichtigung verwiesen, welche in der diesjährigen Ausgabe die neuesten kolonialen Erwerbungen finden. Ferner sind die neuesten Angaben über die Verteilung der Nationalitäten, Konfessionen und Berufsstände und die offiziell richtig gestellten Ergebnisse der Volkszählung im Russischen Reiche vom Jahre 1897 aufgenommen.

W. Kobelt: Studien zur Zoogeographie. Bd. I. Die Mollusken der palaearktischen Region. Wiesbaden. C. W. Kreidels Verlag. Preis 8 M.

Dieses wichtige Werk wendet sich zwar keineswegs ausschliefslich an das malakozoologische Publikum, im Gegenteil, es beabsichtigt in erster Linie die Resultate der Studien über Systematik und Verbreitung der Mollusken den Nichtspezialisten zugänglich zu machen; dennoch wird das Erscheinen des Buches ganz besonders unter den engeren Fachgenossen Freude erregt

haben, da es uns wie eine oratio pro domo anmutet. Wer sich mit den mühseligen und oft recht trockenen systematischen Detailstudien abgegeben hat und bei der herrschenden Strömung in der Zoologie, die fast ausschliefslich auf zootomische und physiologische Untersuchungen gerichtet ist, oft den Mut verlieren möchte, das mifsachtete Gebiet der Systematik weiter zu kultivieren, den mufs es mit hoher Befriedigung erfüllen, wenn er die Wichtigkeit der von ihm bevorzugten Tierklasse für die Zoogeographie und die Erdgeschichte von einem dazu besonders berufenen Fachmann in das rechte Licht gesetzt sieht. Kobelt hat zweifellos Recht, wenn er sagt, dafs die Mollusken, speziell die Landschnecken, obschon sie an Wichtigkeit allen Tierklassen voranstehen, bisher von den Zoogeographen sehr stiefmütterlich behandelt worden sind. Zum Teil lag dies freilich an den Fachgelehrten selbst, d. h. an der mangelhaften Systematik, welche erst neuerdings in die rechte Bahn geleitet worden ist und zu deren Vollendung immer noch viel fehlt. Wer wollte z. B. mit einer Gattung wie die selige Helix von mehr als 3000 Arten etwas anfangen und geographische oder geologische Schlüsse auf eine solche ingens ineptaque moles basieren? Erst durch richtige Art-, Gruppen- und Gattungsabgrenzung ist es möglich, die Verbreitung der Schnecken von höheren wissenschaftlichen Gesichtspunkten aufzufassen und für die allgemeine Zoogeographie zu verwerten. Man gewinnt wieder Freude an den oft bis zur Entmutigung einförmigen und doch so notwendigen Handlangerdiensten, wenn man sieht, wie jede minutiöse Einzelbeobachtung und Feststellung ihren Baustein zu dem Gesamtgebäude liefert.

Sprechsaal

Herrn Prof. B. in Ulm. Sie nehmen Anstofs an der vielfach üblichen und auch von uns (Seite 28) benutzten Veranschaulichung der Brechung des Lichts durch den Vergleich mit einer Soldatenabteilung, die mit schräger Front auf ein Hindernis stöfst. Wir geben Ihnen zu, dafs das Gleichnis wie jedes Gleichnis hinkt, denn nur unter der stillschweigenden Voraussetzung, dafs der Weitermarsch stets senkrecht zur Frontrichtung erfolgt, dafs sich also jeder Mann beim Marsch beständig nach seinem Nachbar richtet, würde die Brechung thatsächlich stattfinden, während sonst ein geradliniges Fortschreiten mit schiefer Front sich ergeben müfste, wie Sie es durch Ihre Zeichnung illustrieren. — Immerhin scheint uns das Gleichnis doch recht auschaulich, kann man doch sogar experimentell auf ähnlichem Wege die Ablenkung erzielen, wenn man eine gröfsere Garnrolle über ein schwach geneigtes Brett laufen und schräg gegen einen mit Sammet bedeckten Teil des Bretts, der das Hindernis repräsentiert, treffen läfst. Wir wollen indessen nicht verhehlen, dafs sich ein weit tieferes Verständnis der Lichtbrechung gewinnen läfst, wenn man das „Strahlenbüschel" ganz fallen läfst und das Licht als eine Wellenbewegung definiert. Man kann dann z. B. auf Grund des Huyghensschen Prinzips, dafs jeder Punkt einer Welle wieder als Ausgangspunkt neuer Wellen betrachtet werden darf, sofort die Notwendigkeit der Brechung einer ebenen Welle beim Eintritt in ein Medium mit langsamerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit erkennen. Mit Wasserwellen läfst sich die Brechung demonstrieren, wenn man dieselben aus einem tieferen Gefäfs schräg in eine angrenzende, seichtere Bucht übertreten läfst, wie es Silvanus P. Thompson in seinen Vorlesungen „über sichtbares und unsichtbares Licht" thut. F. Kbr.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Non docet instabiles Copernicus ætheris orbes,
Sed terræ instabiles arguit ille vices.

Himmel und Erde.

Nicolaus Coppernicus.

Von Professor **M. Curtze** in Thorn.

Die ältesten Kulturvölker, auf deren Entwickelung mittelbar oder unmittelbar die unsere fufst, lebten unter den gesegneten Breiten des mittelländischen Meeres. Der ewig heitere, klare Himmel jener Gegenden mit seiner leuchtenden Sternenpracht zog naturgemäfs das beobachtende Auge auf sich. In unbestimmbar früher Zeit mag schon der damalige Polarstern, der einzige ruhende Punkt an der umschwingenden Krystallglocke des Himmelsgewölbes, dem Einsamen auf der gewaltigen Wüste des Meeres, im Sande Afrikas als Richtschnur gedient haben. Das segenspendende Tagesgestirn, der Gott so vieler Millionen, zog den Blick seiner berufensten Verehrer, der Priester, empor zum Firmament. Gewisse astronomische Kenntnisse finden wir in der Orientierung der Tempel nach den Himmelsgegenden schon verbreitet, soweit zurück wir Tempelspuren verfolgen können. Die Babylonier kannten die Länge des Jahres. Auf diesen ersten Entwickelungsstufen mögen Weltsysteme entstanden sein, wie das der ionischen Schule: Die Erde ist eine Scheibe von gröfserer oder geringerer Dicke; auf ihr ruhet, wie eine Glocke, des Thales Himmelsgewölbe. Ein Anaximander läfst sie frei in der Mitte der Weltkugel schweben, und um sie dreht sich die Krystallsphäre des Firmaments mit den daran befestigten Fixsternen, „wie der Hut sich um unsern Kopf dreht.“ Bald aber fielen eifrigen Beobachtern Gestirne mit Eigenbewegung auf im Gegensatz zu den von einander in gleicher Entfernung verbleibenden Fixsternen. Pythagoras war es, der zuerst mit der alten Anschauung brach. Ihm wird die Erde zum freischwebenden Gestirn, wie der Mond, wie die Planeten. Er stellt ein neues Weltsystem auf: Die Erde trägt die Himmelsaxe, um welche sich die

Fixsternsphäre dreht; Sonne, Mond und Planeten laufen im Kreise um die ruhende Erde. Die weitere Entwickelung seines Systems durch seine Schüler wird uns später beschäftigen.

Bald jedoch genügte des Meisters Anschauungsweise nicht mehr. Kein Geringerer als Platon warf die Frage nach einer anderen Theorie auf, die mit den neu entdeckten Verzögerungen und Beschleunigungen, ja Rückwärtsbewegungen des Planetenlaufes sich im Einklange befände. Sein Schüler, Eudoxos von Knidos (409—356 v. Chr.), löste für damalige Zeit befriedigend die Aufgabe durch Aufstellung der sogenannten homocentrischen Sphärentheorie. Auch für ihn befindet sich, im Einklang mit dem allgemeinen Glauben und der täglichen Erfahrung, die ruhende Erde im Weltmittelpunkte; ein erklärlicher Irrtum, der durch die Jahrtausende so eingewurzelt war, dafs dereinst dem geisterbeherrschenden Rom ein Zweifel daran als Ketzerei erscheinen konnte. Ferner ging er von dem Grundsatze aus, eine jede Elementarbewegung müsse in der vollkommensten, in der Kreisform verlaufen. Unter Zugrundelegung dieser Annahmen gab er jedem Gestirne so viele konzentrische Sphären, als er Elementarbewegungen an ihm wahrnahm, wobei die Axe jeder inneren von der äufseren in ihrem Äquator getragen wurde, während der Stern selber im Äquator der innersten befestigt war. Durch entsprechende Annahmen von Drehungsrichtungen und Geschwindigkeiten für die einzelnen Sphären gelang es ihm so, für die im Centrum ruhende Erde die Erscheinungen des planetarischen Laufes für seine Zeit genügend zu erklären. Ihm waren diese Sphären, 27 an Zahl, nur mathematische Hilfsmittel. Aristoteles versetzte der Theorie durch Vermehrung derselben um 29 und Annahme wirklicher, mechanischer Krystallsphären mit dem Fortfallen der Einfachheit den Todesstofs[1]).

Angeregt durch die Erkenntis von der Verschiedenheit in der Länge der Jahreszeiten gab Hipparch um 200 v. Chr. eine neue, sehr glückliche Lösung der Sonnentheorie. Durch Verschiebung des Centrums ihrer Bahn um $^1/_{24}$ ihres Radius nach dem sechsten Grade der Zwillinge gelang ihm aufs Einfachste die Erklärung ihres Laufes, freilich auf Kosten der genauen Centralstellung der Erde. Schon bei einem Versuche zur Erklärung der Mondbewegung reichte jedoch sein exzentrischer Kreis nicht mehr aus, um den thatsächlichen Verhältnissen Rechnung tragen zu können, so dafs Klaudios Ptolemaios um

[1]) Über die homocentrische Sphärentheorie sehe man die Abhandlung I. V. Schiaparellis: Le sfere omocentriche di Eudosso. di Callippo e di Aristotile, deutsch von W. Horn (Abhandl. z. Gesch. der Mathem. I, 101—198).

140 n. Chr. eine neue Theorie aufzustellen gezwungen war. Er versetzte den Mond an die Peripherie eines sich um seinen Mittelpunkt drehenden Kreises, des Epicykels, während eben dieser Mittelpunkt sich gleichmäfsig auf der Peripherie eines zweiten Kreises, des Deferens, abrollte. Hierdurch, und indem er sich den deferierenden Kreis wieder in Bezug auf die Erde als exzentrisch dachte, gelang es ihm, bei Annahme entsprechender Geschwindigkeiten und Richtungsverhältnisse der Kreisbewegungen die so erhaltene Mondbahn genügend mit den Beobachtungen in Übereinstimmung zu bringen. Noch einen Schritt weiter mufste er bei dem Erklärungsversuche der Planetenbahnen gehen. Er behielt den exzentrischen deferierenden Kreis der Mondbewegung bei und liefs sich den Epicykel vom Centrum dieses, hier Äquans genannten Kreises aus gesehen gleichmäfsig abrollen, schaltete aber einen zweiten, dem Äquans gleichen Kreis so ein, dafs der Mittelpunkt dieses jetzt Deferens genannten Kreises im Halbierungspunkte zwischen der Erde und dem Centrum des Äquans lag. Die Schnittpunkte der Sehlinie zwischen dem Mittelpunkte des Äquans und dem scheinbaren Orte des, auf der Peripherie als gleichmäfsig sich abrollend angenommenen Centrum des Epicykels mit dem neu eingeführten Deferens waren nun die wahren Orte des Epicykelmittelpunktes. Dadurch war das Prinzip der gleichmäfsigen Bewegung, wie leicht zu sehen, aufgegeben, nur vom Mittelpunkte des Äquans aus blieb eine Fiktion derselben bestehen. Auf diesem Wege gelang ihm die Herstellung einer genügenden Übereinstimmung zwischen Theorie und direkter Beobachtung.

Diese seine Grundlehren fafste er nun, im Verein mit anderen Beobachtungen, in seiner grofsartigen μαθεματική σύνταξις zusammen, gewöhnlich nach ihrer arabischen Verballhornung Almagest genannt. Für ein Jahrtausend und mehr war damit die Richtung des astronomischen Denkens festgelegt. Erst ein Coppernicus wagte es, sich von seinem Banne zu befreien, ein Kepler baute das neue System aus; erst ein Galilei erstritt ihm den Sieg gegen die verbündeten Peripatetiker und Ptolemaios, und ein Newton fand seine Gesetze. Bis auf die Zeiten dieser Männer standen alle Leistungen der Zwischenzeit auf dem Boden des Riesenwerkes, dem wir, trotz besserer Einsicht, unsere Bewunderung nicht versagen können.

Wenn neben diesen Weltsystemen — deren Gemeinsames, die Annahme der ruhenden Erde im Mittelpunkte kreisförmig sie umlaufender Gestirnsbahnen, fast als ein Glaubensartikel der damaligen Menschheit erscheint — sich trotzdem die Wahrheit einigen Erleuchteten

kund gab, so ward der Funke gar bald in allgemeiner Nichtachtung erstickt. Schon Philolaos, des Pythagoras Schüler, hatte durch die von ihm angenommene Axendrehung der Erde einen ersten Schritt zur Erkenntnis der thatsächlichen Verhältnisse gethan, wie roh einerseits und wie gekünstelt andererseits auch sein System erscheinen mag. Mit den Lehren des Pythagoras und seiner Schüler wurde zu Sizilien auch Platon bekannt, derselbe Platon, welcher Eudoxos zur Aufstellung des Systems der homocentrischen Sphären bewogen hatte. In dem durchdringenden Geiste dieses Gewaltigen vollzog sich im Anschlusse daran ein Anschauungswechsel, der ihm in seinen letzten Jahren die Erkenntnis der Wahrheit gebracht zu haben scheint. Doch er fürchtete (mit welchem Recht sollte ein Jahrhundert später sich an einem anderen erweisen) den Entrüstungssturm, ja eine Anklage wegen Unglaubens, und nur in dunkelen Andeutungen wagte er seine kühne Neuerung zu verkünden. Was er sich nicht traute, das vollführte der um 270 v. Chr. lebende Aristarch von Samos. Über die Entstehungsgeschichte seiner Theorie sind wir nicht unterrichtet. Nur eine Stelle bei Plutarch und vor allem ein Passus in der berühmten Sandrechnung des Archimedes bezeugen uns, dafs er das heliocentrische System lehrte. Aus Plutarch wissen wir auch von den Verfolgungen, die ihm seine Lehre zuzog. Er blieb vereinzelt mit seinen Anschauungen. Nur Wenige, wie ein gewisser Seleukos, bekehrten sich dazu: herrschend blieb allein die μεγάλη σύνταξις[2]).

Durch über tausend Jahre, während einer Periode tiefsten Niederganges der Wissenschaften bis zum abermaligen Aufblühen derselben, blieben die Theorien über den Weltenbau stationär. Aristarchs Lehren wurden nicht mehr verfolgt, nicht mehr verspottet; Schlimmeres geschah ihnen: sie waren vergessen[3])!

Im starren Buchstabenglauben war das Denken des Mittelalters stecken geblieben. Haarspaltereien über die Auffassung von Einzelheiten der doch nur aus der arabischen Übersetzung bekannten Griechen, das nannte man Wissenschaft. Worte, wie die Alfons des Weisen

[2]) Was wir über die Vorläufer des Coppernicus im Altertum wissen, ist am besten dargestellt von Schiaparelli, I precursori di Copernico nell' antichità. Ricerche storiche. Deutsch mit nicht unerheblichen Zusätzen des Verfassers von Curtze, Leipzig 1874.

[3]) Die von Hipler behauptete fortdauernde Bekanntschaft mit der heliocentrischen Lehre im Altertum nicht nur, sondern auch das ganze Mittelalter hindurch läfst sich durch Dokumente nicht beweisen. Jedenfalls hat aber Coppernicus aus solcher Bekanntschaft nicht die Anregung zu seiner Geistesthat erhalten.

nach dem Studium des Almagest: „Wäre ich Gott gewesen, ich hätte die Welt besser erschaffen," blieben Seltenheiten in einer von Autoritätsglauben völlig beherrschten Zeit. Die freie Forschung schien für immer verloren, erstickt. Doch schon in der zweiten Hälfte des XV. Jahrhunderts begann es sich zu regen in den Herzen und Köpfen der Menschheit; der wunderbare geistige Aufschwung der Renaissance begann sich fühlbar zu machen[4]). Eine erste, köstlichste Frucht brachte sie auf unserm Gebiete durch Nicolaus Coppernicus aus Thorn. Nach eigenen Angaben durch des Pythagoräers Nicetus, richtiger Hiketas, Erklärung der scheinbaren Drehung des Himmelsgewölbes vermöge Axendrehung der Erde angeregt — er fand sie bei Cicero, Academicae quaestiones —, und, wenn auch nur aus den dürftigen Angaben Plutarchs mit den Ansichten Aristarchs von Samos bekannt, hat er mit seinem unsterblichen Werke „De revolutionibus orbium caelestium" eine neue, richtige Weltanschauung gelehrt.

I. Jugend- und Studienjahre.

Dafs die Lebensgeschichte eines Coppernicus derartig in Dunkel gehüllt sein kann, wie wir es leider bei jedem Versuche einer Darstellung auf Schritt und Tritt empfinden müssen, wirkt auf den ersten Blick überraschend. Wer, wie er, den eingewurzelten Vorstellungen eines Jahrtausends den Krieg erklärte und durch seine Gedankenarbeit die neue beobachtende Methode der Erkenntnis zum Siege gegen die metaphysischen Spielereien der Vergangenheit führte, dessen Lebensbild, müfste man glauben, hätten doch seine Jünger der Nachwelt zu überliefern pietätsvoll sich beeifern müssen. Und der Versuch ist auch gemacht. Sein Schüler und Freund, Georg Joachim von Lauchen, nach seinem Geburtslande Rheticus genannt, hatte ein solches Werk vollendet, wie wir aus einem Briefe des Bischofs Tiedemann Giese an Rheticus wissen. Wohin dasselbe nach dem 1575 zu Kaschau erfolgten Tode des letztern gekommen, ob es, wie eine grofse Zahl von Originalbriefen des Coppernicus, im Besitze des berühmten Krakauer Professors Johannes Broscius mit diesen unwiederbringlich verloren ging, oder ob es sonst seinen Untergang

[4]) Von den Vorläufern des Coppernicus im Mittelalter und der beginnenden Renaissance dürften vor allen Heinrich von Hessen und Nicolaus Cusanus genannt werden, von denen der erstere sich gegen die Epicyklen und excentrischen Kreise, der letztere für die Axendrehung der Erde erklärte. Über den letzteren sehe man eine demnächst erscheinende Abhandlung S. Günthers: „Nikolaus von Cusa in seinen Beziehungen zur mathematischen und physikalischen Geographie."

fand, wir wissen es nicht. Wir können nur den Verlust dieser, unter den Augen des Coppernicus selbst entstandenen Biographie beklagen und sind so nur auf die dürftigen Angaben in seinen Schriften und auf wenige, überall hin zerstreute anderweitige Auskünfte angewiesen, um eine Rekonstruktion des Lebenslaufes und Bildungsganges des Schöpfers unserer Anschauung über das Universum zu versuchen. Der Grund der Seltenheit urkundlicher Angaben liegt nicht zum kleinsten Teile an der Plünderung und Wegschleppung des Frauenburger Archivs durch die Schweden im dreifsigjährigen Kriege. Jenseits der Ostsee ist an den verschiedensten Orten vieles wieder aufgefunden. Ja bis vor wenigen Jahren waren wir noch die Opfer gewissenloser Fälschungen des dem XVIII. Jahrhundert angehörenden Papadopoli; und erst die Auffindung der „Acta Nationis Germanorum“ zu Bologna durch Malagola und des Ferraresischen Doktordiploms im kanonischen Rechte durch Fürst Boncompagni haben diese Fälschung aufgedeckt und einiges Licht auf seine Universitätsjahre in Italien geworfen. Reichlicher, wenn auch noch spärlich genug, fliefsen erst die Quellen seit seiner Rückkehr aus Italien zum Domstift Frauenburg um 1506. So mufs Vieles nur Konjekturen überlassen und aus dem Studium der zu seiner Zeit bestehenden Verhältnisse erschlossen werden.

Was Nicolaus Mulerius, der Neuherausgeber der „Revolutiones“, 1617 als Vita autoris vorausschickt[5]), sind nur wenige aus der Narratio prima des Rheticus[6]) entnommene Notizen; eine wirkliche Lebensbeschreibung, welche auf allen damals zugänglichen Quellen fufste, gab erst 1654, also über ein Jahrhundert nach dem Tode seines Helden, Petrus Gassendi[7]). Über das, was dieser bedeutende Mann gesammelt, sind die Forscher erst im Laufe dieses Jahrhunderts hinaus gekommen. Nachdem am Ende des vorigen Jahrhunderts der Streit begonnen hatte, ob Coppernicus ein Deutscher oder ein Pole sei, hat

[5]) Nicolai Copernici Torinensis Astronomia instaurata, libris sex comprehensa, qui de Revolutionibus orbium coelestium inscribuntur etc. opera et studio D. Nicolai Mulerii. Amstelrodami, Jansonius, MDCXVII. Blatt 8v—9r.

[6]) Die Narratio prima des Rheticus erschien zuerst 1540 zu Danzig unter dem Titel: Ad clarissimum virum D. Joannem Schonerum, de libris revolutionum eruditissimi viri et Mathematici excellentissimi Reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam Juvenem, mathematicae studiosum Narratio prima. Am Ende: Excusum Gedani per Franciscum Rodum MDXL.

[7]) Die Lebensbeschreibung des Gassendi ist enthalten in dem Buche: Tychonis Brahei, Equitis Dani, Astronomorum Coryphaei Vita. Authore Petro Gassendo Regio matheseos professore. Accessit Nicolai Copernici,

gerade diese für die Wissenschaft so gleichgiltige Sache den Eifer der Biographen von neuem angefacht, und die Untersuchungen über diesen Streitpunkt nehmen in allen Lebensbeschreibungen des Coppernicus einen breiten Raum ein. Die Durchforschung der schwedischen und ermländischen Archive durch Leopold Prowe[8]) und Franz Hipler haben dann so manches zu unserer Kenntnis gebracht, was, bis dahin unbekannt, nicht wenige der früheren Behauptungen über den Haufen warf. Ich habe da zwei Namen genannt, Prowe und Hipler, welche jeder in seiner Art als die wahren Biographen des Coppernicus bezeichnet werden müssen. Während der letztere in seinem „Spicilegium Copernicanum“ Regesten giebt[9]), hat Prowe in seiner grofs angelegten Biographie[10]) ein Lebensbild gezeichnet, das, mag auch vielleicht manches anfechtbar sein, dem grofsen Manne voll gerecht wird. Auf ihn und auf Hipler mich stützend, will ich versuchen, den Lesern dieser Zeitschrift ein Bild von dem Leben und Wirken des Wiederherstellers der Sternkunde vorzuführen.

Nicolaus Coppernicus stammte aus einer ursprünglich schlesischen Familie. Sein Vater, Niklas Koppernigk, war als Grofskaufmann lange in Krakau ansässig. Gegen Ende der 50er Jahre des XV. Jahrhunderts zog er nach Thorn und verheiratete sich bald darauf mit Barbara Watzelrode aus altem Thorner Patriziergeschlecht, einer Tochter des Schöppenmeisters der Altstadt Thorn, Lucas Watzelrode. Ein Beweis für das grofse Ansehen, das er genofs, ist seine für Zugezogene ungewöhnlich frühe Berufung zum Ehrenamte eines Schöppen (1465). Der Ehe entsprossen vier Kinder. Die älteste Schwester, Barbara, starb als Äbtissin des Cisterzienserklosters zu Culm; Katharina, die jüngere, heiratete einen Krakauer Kaufmann Gertner. Der ältere Bruder Andreas gelangte nach gleichem

---

Georgii Peurbachii et Johannis Regiomontani Astronomorum celebrium Vita. Parisiis, MDCLIV. Darin haben die drei letzten Biographien eine neue von 1 beginnende Zählung. Dem Leben des Coppernicus ist ein gutes Bildnis desselben vorangestellt, welches oben in verkleinertem Mafsstabe eingefügt ist.

[8]) Mitteilungen aus schwedischen Archiven und Bibliotheken. Bericht an Se. Excellenz Herrn Minister v. Raumer von Dr. L. Prowe. Berlin 1853.

[9]) Spicilegium Copernicanum. Festschrift des historischen Vereins für Ermland zum 400. Geburtstage des ermländischen Domherrn Nikolaus Kopernikus. Herausgegeben von Dr. Franz Hipler, Braunsberg 1873. Leider ist während des Druckes dieser Zeilen Franz Hipler aus diesem Leben abgerufen.

[10]) Nicolaus Coppernicus. Von Leopold Prowe. 1. Band: das Leben, 2 Teile; 2. Band: Urkunden. Berlin 1883/84.

Bildungsgange zu gleicher Lebenstellung wie das jüngste Kind, unser Nicolaus. Dieser wurde am 19. Februar 1473 zu Thorn geboren. Die Tradition bezeichnet fälschlich das heute noch stehende, mit einer Gedenktafel geschmückte Eckhaus der Bäcker- und Coppernicus-Strafse als seine Geburtsstätte, neuere Forschungen verlegen sie in die frühere St. Annenstrafse[11]). Nicolaus scheint eine glückliche Jugend verlebt zu haben, soweit uns die wenigen über ihn vorhandenen Dokumente bis 1506 einen Rückschlufs erlauben. Als 1483 sein Vater starb, nahm sich sein Oheim, Lucas Watzelrode, seiner Erziehung an und blieb auch in der Folge als Bischof von Ermland (seit 1489) sein nun mächtigerer Förderer. Den ersten Unterricht erhielt der Knabe unzweifelhaft in der Johannisschule zu Thorn, an welcher zeitweilig auch der Oheim gewirkt hatte. Die Angabe dagegen, Coppernicus habe auch das Partikular zu Culm besucht, ist ohne jede Beglaubigung. Bald 19jährig verliefs er Anfang des Wintersemesters 1491/92 Thorn und bezog die Hochschuie zu Krakau. Abgesehen von dem Weltruf der Universität als solcher, mochten Familienbeziehungen, teils durch die Heirat seiner jüngeren Schwester begründet, teils von früherher, und die Verbindungen des Bischofs Lucas als polnischen Grofswürdenträgers, sowie dessen Kenntnis der dortigen Verhältnisse infolge einstmaligen eigenen Studiums zu Krakau die Wahl dieses Ortes begünstigt haben.

Durch den Florentiner Callimachus hatte der Geist des Humanismus dort Wurzel gefafst und kurz vor der Ankunft des Coppernicus erst nach zweijähriger Anwesenheit ein anderer bekannter Humanist, Conrad Celtes, die Universität verlassen. In dessen Geiste wirkten seine Schüler weiter, so Laurentius Corvinus, zu dem Nicolaus in dauernde Freundschaftsbeziehungen treten sollte[12]). Ein frischer Geist zog durch die Vorträge der Professoren. Den glänzendsten Namen aber unter allen Dozenten trug der Mathematiker und Astronom Albertus Blar de Brudzewo, gewöhnlich Brudzewski genannt. Tausende eilten aus weiter Ferne heran, um ihn zu hören. Das waren

[11]) Der Nachweis ist geführt von G. Bender im 3. Hefte der „Mitteilungen des Coppernicus-Vereins für Wissenschaft und Kunst zu Thorn, Thorn 1881 S. 116 — 123. Man vergleiche dazu die in Heft 4 befindliche Abhandlung von H. Adolph, „Das Geburtshaus des Nicolaus Coppernicus“ und die Entgegnung Benders in demselben Hefte S. 99 — 116: „Noch einmal das Geburtshaus des Nikolaus Coppernicus.“

[12]) Man sehe das Einleitungsgedicht dieses Mannes zu der Ausgabe der Briefe des Theophylaktos Simokatta, welche Coppernicus 1509 bei Haller in Krakau besorgte.

die hauptsächlichsten Bildungsfaktoren, als unter dem Rektorate des Mathias de Kobylin am Immatrikulationstermin des Wintersemesters 1491/92 Nicolaus Coppernicus zu Krakau immatrikuliert und in der Artistenfakultät inskribiert wurde. Nicolaus widmete sich, da Brudzewski keine öffentlichen Vorlesungen der Art während des Coppernicus Aufenthalt gehalten hat, jedenfalls unter dessen privater Leitung mit gröfstem Eifer mathematischen und astronomischen Studien und übte sich im Gebrauche der darauf bezüglichen Instrumente. Ob und welchen öffentlichen Vorlesungen über diesen Lieblingsgegenstand er beiwohnte, ist uns unbekannt, ebenso sein anderer Studiengang. Selbst die Dauer seines Aufenthaltes zu Krakau wird verschieden angegeben. Am wahrscheinlichsten scheint die Absolvierung eines Trienniums. Sein Onkel gedachte ihn nämlich zwecks pekuniärer Sicherstellung auf Lebenszeit in das Domstift zu Frauenburg aufnehmen zu lassen. Die Statuten des Kapitels forderten nun mindestens ein dreijähriges Studium von den Angehörigen des Stiftes, so dafs ein früherer Versuch, ihn als Kandidaten zu präsentieren, kaum angängig erschien. Auch lassen die Kenntnisse des Coppernicus in Italien, obwohl er nicht graduiert war, doch auf ein wenigstens so langes Studium schliefsen. Andererseits scheint, durch den vorübergehenden Sieg der Scholastiker an der Hochschule im Herbst 1494 und Brudzewskis gleichzeitigen Weggang, wie für alle humanistisch Gesinnten, so auch für unsern Nicolaus dort keines Bleibens mehr gewesen zu sein. Wohin er sich gewendet hat, ist nicht sicher festzustellen. Vielleicht nach seiner Vaterstadt Thorn zur Huldigungsfeier für König Johann Albert von Polen, zu der auch sein Oheim damals sich hatte begeben müssen, und mit diesem dann zur Vorstellung bei dem Kapitel zu Frauenburg? Dort war im September 1495 durch den Tod des Domherrn Mathias von Launau eine Vakanz eingetreten. Des Bischofs Lucas Hoffnung, seinen Schützling Nicolaus an dessen Stelle zu bringen, scheiterte für diesmal noch an den Intriguen seiner Feinde zu Rom, das das Besetzungsrecht der ermländischen Domherrnstellen, falls sie in ungeraden Monaten zur Erledigung kamen, besafs. Die Entscheidung scheinen die Gegner lange in der Schwebe gehalten zu haben. Nach ihrem ungünstigen Ausfalle zog Coppernicus im Spätsommer 1496, ungehindert durch anderweitige Rücksichten, gen Italien, der Wiege und Schule des Humanismus. Anfang des Wintersemesters 1496/97 ist er in Bologna eingetroffen und dort, wie vor ihm einst sein Oheim, am 6. Januar 1497 in das Album der Natio Germanorum inskribiert worden. Damit ist, da der

Nation nur Juristen angehören durften, auch für Coppernicus dieses Studium erwiesen [13]).

Die Dozenten der Rechte, obwohl aus den erhaltenen Vorlesungsverzeichnissen bekannt, interessieren uns aber weniger als die für den Entwickelungsgang des grofsen Astronomen als solchen wichtigen. Die Frühprofessur dieser Wissenschaft hatte zur Zeit Dominicus Maria da Novara aus Ferrara inne. Ihm schlofs sich Coppernicus innig an, wie uns Rheticus in der Narratio prima berichtet, mehr als gleichberechtigter Helfer bei Beobachtungen, denn als Schüler. Am 9. März 1497 beobachteten z. B. beide eine Bedeckung des Aldebaran durch den Mond, die erste eigene von Coppernicus benutzte Beobachtung (De revol. IV,27). Wichtig zur Charakterisierung des Lehrers ist sein Zweifel an den Grundlagen des Almagest. Ob er die von ihm gefundene Abnahme der Schiefe der Ekliptik von 23⁰ 51′ 20″ bei Ptolemaios auf 23⁰ 20′ als Folge der Präzession der Nachtgleichen ansah, wissen wir nicht; eine Differenz der Breitenangabe für Cadix im Betrage eines ganzen Grades zwischen ihm umd Ptolemaios liefs ihn jedoch eine Änderung in der Lage der Erdaxe vermuten; der Pol habe sich dem Zenith genähert. Ein Beobachtungsfehler erschien ihm, wie er ausdrücklich bemerkt, wegen der Gröfse der Abweichung ausgeschlossen. Trotzdem lag ein solcher vor. Die Folgerung war. also falsch, wenn auch eine Richtungsänderung der Erdaxe, als Bogenbewegung, existiert. Diese Versuche einer Kritik am stolzen Bau des herrschenden Glaubens bekundeten den freien Geist; seine scheinbar damit in Widerspruch stehende Beschäftigung mit Astrologie ist einerseits aus den Bedingungen seines Amtes, andererseits wohl auch aus pekuniären Gründen erklärlich [14]). Obwohl wir über des Coppernicus anderweitigen Umgang mit Mathematikern zu Bologna nichts wissen, wollen wir schliefslich doch die Anwesenheit des Scipione dal Ferro, des ersten Entdeckers der Lösung kubischer Gleichungen, nicht unerwähnt lassen.

Ein weiteres Bildungselement brachte in seinen Bologneser Aufenthalt die Erlernung der griechischen Sprache. Zwingende Gründe lassen uns dieselbe trotz Fehlens jeder urkundlichen Nachricht darüber

[13]) Die Wiederauffindung der Akten der Deutschen Nation zu Bologna gebührt dem Direktor der Staatsarchive zu Bologna, Dr. Carlo Malagola. Dieselben sind dann von ihm im Verein mit Dr. Friedländer auf Kosten der Savignystiftung herausgegeben worden.

[14]) Über Domenico Maria Novara sehe man speziell einen Aufsatz von M. Curtze in der Altpreufsischen Monatsschrift und daraus übersetzt im Bullettino Boncompagni Tomo X⁰.

hierher verlegen. In Krakau hat Nicolaus mangels eines Lehrers bestimmt kein Griechisch lernen können; in Padua und Ferrara war seine Zeit durch Vorbereitung zum Examen in der Jurisprudenz und die neu hinzutretende medizinische Wissenschaft zu beschränkt für den Anfang eines so zeitraubenden Studiums. Zu Bologna aber lebte ein trefflicher Kenner dieses Idioms, Antonius Urceus Codrus. Dazu kommt als indirekter Beweis eine spätere Übersetzung des Theophylaktos Simokatta mit ihren Abweichungen von der durch den Paduaner Dozenten für Griechisch zur Zeit von Nicolaus' Anwesenheit an diesem Orte, Marcus Musurus, besorgten Aldina. Urceus hatte von Manutius Aldus, seinem verehrten Freunde, gleich nach dem Drucke diesen Schriftsteller mit der Aufforderung erhalten, ihn im Kolleg zu benutzen; so lassen sich die in Coppernicus Übersetzung vorhandenen Abweichungen leicht als andere Lesarten des Urceus Codrus erklären [15]).

Über sein Bologneser Privatleben wissen wir Weniges. Im August 1497, also in einem geraden Monate, war der Frauenburger Domherr Johannes Czannow gestorben. Sein Nachfolger wurde Nicolaus Coppernicus, dessen Einkommen damit etwa einem jetzigen von 9000 Mark entsprach. Zugleich wurde ihm ein dreijähriger Urlaub zur Fortführung seiner Studien bewilligt. Die Pfründe hat er jedenfalls durch einen Stellvertreter angetreten. Diese vom kanonischen Rechte den Geistlichen gewährte Begünstigung macht die Annahme einer Reise nach der Heimat überflüssig. Bei Antritt der Domherrnstelle empfing Coppernicus auch die niederen Weihen, die übrigen hat er nie besessen. Im Jahre 1498 kam dann sein Bruder Andreas, der 1499 ebenfalls zum Frauenburger Domherrn gewählt wurde, nach Bologna, um dort die Rechte zu studieren. Trotz ihres beträchtlichen Einkommens und wohl auch nicht unbedeutender Zuschüsse ihres Oheims brachte das teuere Leben auf der Universität die Brüder doch in Geldverlegenheiten. So wissen wir, dafs sie im Herbst 1499 durch Vermittelung ermländischer Kirchenbevollmächtigter, speziell unter Bürgschaft des Domdechanten Bernhard Sculteti, 100 Ducaten von einer römischen Bank borgten, welche Bischof Lucas zu zahlen gezwungen war. Vier Jahre lang blieb Nicolaus zu Bologna. Auch bei einer Allodverteilung im Kapitel am 7. Februar 1499 hat er sich ohne Zweifel durch seinen Prokurator vertreten lassen.

[15]) Über Urceo Codro hat Malagola eine eingehende Studie veröffentlicht: Della vita e delle opere di Antonio Urceo detto Codro. Studie ricerche di Carlo Malagola. Bologna 1878.

Im Jahre 1500 finden wir ihn mit seinem Bruder zu Rom wieder. Ob er die Charwoche des Jubeljahres dort verlebte, ob er das Sommersemesterende in Bologna abwartete, wir wissen es nicht. Am 4. März beobachtete er noch zu Bologna eine Konjunktion des Saturn mit dem Monde, wie eine eigenhändige Einzeichnung in ein ihm gehöriges Exemplar der Alfonsinischen Tafeln von diesem Tage beweist; am 6. November aber hat er zu Rom eine Mondfinsternis beobachtet (De revol. IV, 14). Rheticus berichtet uns ferner von jenem Aufenthalte, Nicolaus habe zu Rom als Professor Mathematum starken Zulauf auch mathematisch schon Vorgebildeter gehabt. Nicht graduiert kann er an der Universität derartige Vorlesungen nicht gehalten haben, in den Rotulis, den Vorlesungsverzeichnissen, fehlt auch jede Angabe darüber; es sind also jedenfalls nur private Vorträge für Interessenten darunter zu verstehen.

Im Sommer 1500 war sein dreijähriger Urlaub von der Kathedrale abgelaufen. Die Feier des Jubeljahres mag er als Mitglied des Domkapitels wohl halboffiziell zu Rom verlebt haben. Dann aber trat die Notwendigkeit an ihn heran, persönlich in Frauenburg um neuen Urlaub zu bitten. So überschritt er denn wieder die Alpen; mit ihm zog sein Bruder Andreas. Am 27. Juli 1501 finden wir zum ersten Male die Anwesenheit beider Brüder in einer Kapitelsitzung erwähnt. Andreas' Urlaubsgesuch gewährten die Confratres nach ernstlicher Beratung, Nicolaus gewann ihr Einverständnis schneller durch das Versprechen, aufser dem Abschlufs des juristischen Studiums noch Medizin zu betreiben, und durch die dadurch eröffnete Aussicht auf künftige sachverständige Behandlung erkrankter Kapitelmitglieder. Bei dem geringen Umfange und der engen Wechselbeziehung der einzelnen Wissensgebiete zu damaliger Zeit darf die Vereinigung astronomischen, juristischen und medizinischen Könnens in einer Person nicht Wunder nehmen; auch der Widerwille der Kirche gegen Ausübung ärztlicher Praxis seitens der Geistlichen war bis auf das Verbot chirurgischer Operationen, wegen der damit verbundenen Herzensverrohung, bereits geschwunden. Die Brüder hatten ihren Zweck erreicht. Noch im selben Herbste überstiegen sie von neuem die Alpen; Andreas ging nach Rom, Nicolaus nach Padua. Ihn mag zunächst wohl der hohe Ruf der medizinischen Fakultät dorthin gezogen haben, dann aber auch das Bedürfnis nach Ruhe zum Abschlusse seines juristischen Studiums. War Bologna doch der Durchgangspunkt unzähliger Fremden und bot Vergnügungen in Menge, so dafs zwanzig Jahre später der Hochmeister gewarnt wurde, der daraus

entspringenden Störungen wegen, seinen Schützling, den Grafen von Eulenburg, dort studieren zu lassen. In den Paduaner Archiven hat sich keine Andeutung von Coppernicus'Aufenthalte daselbst erhalten, nur eine dunkle Frauenburger Tradition versetzte die ärztliche Bildung des grofsen Astronomen nach dieser Universität. Durch Papadopolis Fälschung, der ihn nach Krakau nur in Padua studieren und dort 1499 den medizinischen und philosophischen Doktorgrad, welche er nie besessen hat, erwerben läfst, war überhaupt die Annahme eines Paduaner Studiums in Mifskredit gekommen: da fand sich zufällig im Archiv zu Ferrara sein juristisches Doktordiplom, und durch dessen ausdrückliche Worte: „Nicolaus Copernich de Prusia qui studuit Bononie et Padue" der strikte Beweis seiner Anwesenheit aut der Paduaner Alma Mater.

Da aufser diesem Diplome keine weiteren Dokumente über seinen Studiengang zu Padua sich erhalten haben, so sind wir einzig auf Rekonstruktion desselben aus Angaben über die zu damaliger Zeit dort wirkenden Lehrer und daraus sich ergebende Wahrscheinlichkeiten angewiesen. Die geringeren Kosten und leichteren Bedingungen des Doktorexamens zu Ferrara haben ihm wohl von Anfang an schon den Entschlufs nahe gelegt, dort durch Erlangung dieser Würde seine Rechtstudien zu krönen. Er wird daher zu Padua meist nur Repetitorien des canonischen Rechtes gehört haben, ohne den zur Promotion erforderlichen näheren Anschlufs an einen ex officio als Promotor fungierenden Dozenten zu suchen. So berühmte Vorlesungen wie die des Filippo Decio, des „Fürsten der Juristen", dürfte er aber doch wohl nicht versäumt haben. In den grofsen Himmelfahrtsferien des Jahres 1503 wurden ihm dann zu Ferrara am 31. Mai in Gegenwart des Rektors der Juristenfakultät Johannes Andreas de Lazaris vom Vikar des Erzbischofs Georgius Priscianus feierlich die Insignien des Doctor decretorum überreicht. Der darüber aufgenommene notarielle Akt eben hat sich erhalten; in der Anmerkung lassen wir ihn abdrucken[16]). Als Promotoren fungierten Dr. Philippus Bardella und Dr. Antonius Leutus, letzterer einer der bedeutendsten

[16]) 1503. Die ultima mensis Maij. Ferrarie in episcopali palatio, sub lodia horti presentibus testibus vocatis et rogatis Spectabili viro domino Joanne Andrea de Lazaris siculo panormitano almi Juristarum gymnasii Ferrariensis Magnifico Rectore, Ser Bartholomeo de Silvestris, cive et notario Ferrariensi. Ludovico quondam Baldassaris de Regio cive Ferrariensi et bidello Universitatis Juristarum civitatis Ferrarie, et alijs.

m: Venerabilis, ac doctissimus vir dominus Nicolaus Copernich de Prusia Canonicus Varmensis et Schoiasticus ecclesie S. crucis Vratis-

Rechtsgelehrten seiner Zeit. Über seine persönlichen Beziehungen zu denselben ist uns nichts weiter bekannt. Damit war dieser Abschnitt seiner Studien beendet, und er konnte sich freier den sicher bereits in Angriff genommenen anderen Wissenszweigen hingeben.

Aufser seiner medizinischen Ausbildung dürften vornehmlich philosophische Vorlesungen ihn in Padua angezogen haben. Neben den allgemeinen scholastischen Vorlesungen über Aristoteles lehrten dort kühne Neuerer. Zuerst möchten wir den später weltberühmten Pietro Pomponazzi nennen. Seine Philosophie emanzipierte sich vom starren Dogmenglauben; als erster wagte er religiöse Kritik zu üben, ohne sich auf die Bibel zu stützen. Ihm ebenbürtig war Niccolò Leonico Tomes. Seine Erklärungen des Aristoteles und Platon nach dem griechischen Urtexte räumten gründlich unter den Übersetzungen aus dem Arabischen und den Spitzfindigkeiten der geltenden Kommentatoren auf, um freie Bahn für unbeschränkte Forschung auf Grund von Naturbeobachtung zu schaffen. Wir nennen endlich den kaum zwanzigjährigen Logiker Girolamo Fracastoro. Zu ihm vor allem, zu dem späteren energischen Gegner der Epicykeltheorie, dem freien Denker, musste Coppernicus sich hingezogen fühlen, abgesehen von notwendigen Beziehungen, in die er als Mediziner zu dem damaligen Consiliarius Anatomicus treten mufste. Mathematik und Astronomie finden wir dagegen wenig gepflegt. Nur ein, noch dazu gering besoldeter Dozent las über beide Fächer. In der griechischen Sprache und Litteratur fand er an Marcus Musurus, den wir schon oben erwähnten, einen erprobten Führer und Lehrer. Über die Verhältnisse der medizinischen Fakultät sind wir durch eine Arbeit Favaros unterrichtet[17]. Sie hatte vier Professuren: 1. De medicina theorica ad primum Fen Avicennae, Aphorisma Hippocratis et artem parvam Galeni; 2. Ad tertium Avicennae; 3. De medicina practica, de febribus, de morbis particularibus a capite ad cor, de morbis a corde et infra; 4. De chirurgia. Endlich ist noch, obwohl nicht ausdrücklich erwähnt, Anatomie als Lehrgegenstand sicher-

laviensis: qui studuit Bononie et Padue, fuit approbatus in Jure canonico nemine penitus discrepante, et doctoratus per prefatum dominum Georgium Vicarium antedictum etc.

promotores fuerunt

D. Philippus Bardella et
D. Antonius Leutus qui ei dedit insignia } cives Ferrariensis etc.

[17]) Lo Studio di Padova al tempo di Niccolò Coppernico per Antonio Favaro. Venezia, Antonelli 1880. Deutsch von Curtze in Heft 3 der „Mitteilungen des Coppernicus-Vereins", S. 1—60.

gestellt; sie wurde von den ältesten Zeiten an am Leichnam selbst erklärt. Der Rektor der medizinischen Fakultät war bei Strafe verpflichtet, jedes Jahr einmal eine männliche und eine weibliche Leiche bis spätestens Februar herbeizuschaffen. Der Chirurg zergliederte dieselben, während Professoren der Medicina theorica et practica bezügliche Vorträge hielten und deren Richtigkeit an den Präparaten demonstrierten. Der Zutritt war nur Studierenden, welche bereits einen Jahreskursus durchgemacht hatten, gestattet. Am reichlichsten war der Lehrstuhl der Medicina theorica besetzt, darunter mit Männern wie Bartolomeo Montagnana, dessen hygienische und über contagiöse Krankheiten handelnde Arbeiten sich eines wohlverdienten Rufes erfreuten. Ich nenne ferner Marcantonio dalla Torre, den Gefährten Lionardo da Vincis bei anatomischen Studien, einen der ersten wirklichen Anatomen, um von anderen zu schweigen. Ad tertium Avicennae finden wir nur einen Doctoranden angegeben, obwohl zwei Dozenten dafür angestellt waren. In der Medicina practica fungierte unter anderen der auch als Mathematiker berühmte Pietro Trapolin als ordentlicher Professor, als Chirurg wird hauptsächlich Giovanni Battista Fortezza erwähnt, dessen Vorlesungen jedoch Coppernicus als Priester kaum regelmäfsig besucht haben dürfte. Die Würde eines Dr. med. hat der Doktor Decretorum, so weit wir wissen, nicht erworben. Wurde doch die Medizin kaum als gleichberechtigt neben den Schwesterwissenschaften angesehen, und wollte er seine ärztliche Thätigkeit ja auch nur in den ihm nahestehenden Kreisen ausüben. Aus diesen Gründen ist es auch nicht möglich, die Dauer seines medizinischen Studiums selbst nur annähernd zu bestimmen, da ihm darin doch nur individuelle Schranken gesetzt waren. Jedenfalls hatte er sich tüchtige Kenntnisse darin erworben, denn nach der auf Tiedemann Giese zurückzuführenden Bemerkung Starawolskis[18]) wurde er später im Ermlande „wie ein zweiter Aeskulap“ gefeiert.

Sein zweijähriger Urlaub war Mitte 1503 abgelaufen. Von einer offiziellen Verlängerung ist in den Akten nichts auf uns gekommen, er scheint aber stillschweigend auf etwa das Doppelte ausgedehnt zu sein. Eine beglaubigte Erwähnung seiner Anwesenheit in Preufsen finden wir nämlich nicht früher als im Jahre 1506 in den Protokollen über die Tagfahrt des preufsischen Landtages im August dieses Jahres zu Marienburg. Eine kurze Notiz in einem handschriftlichen Sammel-

---

[18]) Simon Starawolski, Scriptorum Polonorum ἑκατοντάς. 1625.

bande der Gymnasialbibliothek zu Thorn läfst ihn bereits im Jahre 1505 in Preufsen weilen, ein Citat, über dessen Richtigkeit jedoch erst nach einer etwaigen Auffindung der Landtagsrezesse dieses Jahres geurteilt werden könnte, so dafs wir seine Abreise aus Italien zwischen Mitte 1505 und Anfang 1506 setzen dürfen.

Damit haben wir den Abschlufs der Lehrjahre des grofsen Astronomen erreicht. Von nun an führt er, unter rühriger Geistesarbeit die Früchte seiner Studien einheimsend, ein äufserlich ruhiges Leben im Genusse seiner Pfründe, ohne noch weit über die Grenzen seiner Heimatprovinz hinauszukommen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung.

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

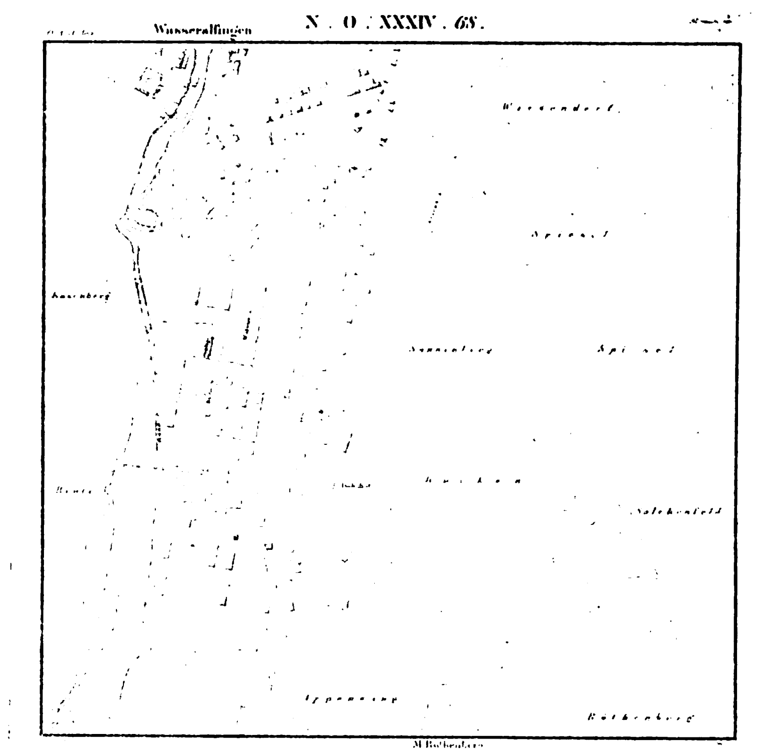
(Schlufs.)

Die Einzelvermessung für wirtschaftliche und technische Zwecke.

Nachdem durch die grundlegenden Triangulierungsarbeiten das ganze Landesgebiet mit Dreiecksnetzen überspannt und so ein fester Rahmen geschaffen ist für die in ihn einzuschaltende Detailaufnahme, werden zwischen die Dreieckspunkte, welche nunmehr 1—2 km von einander entfernt sind, Linienzüge und Liniennetze zwischengelegt, um durch direkte Längenmessung gegen die Seiten derselben alle in Betracht kommenden Einzelheiten festlegen zu können. Dem allgemeinen Prinzip des Arbeitens vom Grofsen ins Kleinere entsprechend, werden zunächst gebrochene Linienzüge, sogenannte Polygonzüge, von Dreieckspunkt zu Dreieckspunkt gelegt, welche thunlichst gestreckte Formen und wenige nahe gleich lange Seiten von einigen hundert Metern haben. Zwischen diese werden weitere Polygonzüge mit kürzeren Seiten eingeschaltet, bei welchen weniger auf eine gestreckte Form und gleiche Seitenlänge Rücksicht zu nehmen ist, als darauf, dafs ihre Seiten für die Einzelaufnahme bequem gelegen sind, d. h. nahe an den aufzunehmenden Eigentumsgrenzen, Häusern, Gärten etc. vorbeiführen. In allen Zügen werden die Winkel und Seiten mit ausreichender Sorgfalt gemessen, und da die Züge erster Ordnung zwischen die Dreieckspunkte, die Züge zweiter Ordnung zwischen die Züge erster Ordnung und so fort eingeschaltet werden, wird jeder eventuell begangene Messungsfehler beim Zusammenfügen der Züge erkannt, und es kann einem Anhäufen von Ungenauigkeiten durch systematisches Berechnen und Verknoten der Züge leicht und sicher vorgebeugt werden.

Die Festlegung der Einzelaufnahme geschieht dann durch Messen der rechtwinkligen Abstände aller Grenz- und Eckpunkte von diesen

Polygonseiten, bezw. von weiter zwischen sie eingeschalteten Messungslinien, wo letztere bei sehr reichlich vorhandenem Detail in gröfserer oder geringerer Zahl wünschenswert oder erforderlich werden. Von der gesamten Einzelaufnahme, welche vornehmlich durch Messen der rechtwinkligen Ordinaten und Abscissen für alle festzulegenden Punkte in Bezug auf die Linien und Seiten des Polygon- und Liniennetzes als Abscissenaxen geschieht, werden bei der Aufnahme selbst Skizzen



Württembergische Flurkarte.

mit Mafszahlen, sogenannte „Handrisse", angefertigt, welche in autentischer und übersichtlicher Form alle Zahlenresultate der direkten Messung enthalten und somit Dokumente bilden, nach denen nicht nur Pläne in jedem wünschenswerten Mafsstabe nach Bedarf angefertigt, sondern auch Grenzverschiebungen etc. jederzeit sicher berichtigt werden können, wenn nur für eine gute und am besten unterirdische Versicherung der Polygonpunkte durch Thonröhren im Felde, eiserne Bolzen, eingemeifselte Kreuze etc. in Städten und Ortschaften

oder dergleichen in ausreichender Weise zu Beginn des Vermessungswerkes Sorge getragen wurde.

Unter den Aufnahmen für wirtschaftliche Zwecke sind die umfangreichsten die Katasteraufnahmen, ausgeführt vom Staate zur Feststellung der Grundsteuer je nach der Gröfse und der Güte der einzelnen Grundstücke. Sie dienen zugleich zur Sicherung der Eigentumsgrenzen und in Verbindung mit den Grundbüchern zur Förderung und Sicherstellung des Realkredites. Alle aufgemessenen Grundstücke, Parzellen genannt, werden in den Flurkarten in grofsem Mafsstabe, die Ortschaften jetzt meist im Mafsstabe 1:500 genau kartiert und die nach und nach vorkommenden Veränderungen, Teilungen etc. durch besondere Staatsbeamte, Kataster-Kontrolleure oder Bezirksgeometer genannt, jeweils nachgetragen, um das ganze Kartenwerk stets der Gegenwart entsprechend auf dem „Laufenden" zu halten. Die süddeutschen Staaten Württemberg und Bayern haben ihre Flurkarten in Stein stechen und durch Drucklegung vervielfältigen lassen, Bayern im Mafsstabe 1 : 5000 und 1 : 2500 für die Ortschaften, Württemberg im Mafsstabe 1 : 2500 und 1 : 1250 für die Ortschaften. Von dem Umfange dieser bereits in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts hergestellten Kartenwerke kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man bedenkt, dafs Württemberg etwas mehr als 15 500 Flurkarten und demgemäfs ebenso viel Lithographie-Steine besitzt, auf welche dieselben eingraviert wurden. Vielfach werden auch die Handrisse mit den unmittelbaren Messungszahlen durch ein einfaches Druckverfahren vervielfältigt und allgemein zugänglich gemacht, namentlich in grofsen Städten, wo der Grund und Boden einen hohen Wert hat, um es den Interessenten zu ermöglichen, bei Besitzstandsveränderungen, Teilungen, Bebauungen etc. die genauesten Daten zu benutzen.

Die Katasteraufnahmen stehen meist in engem Zusammenhange und geschehen ihrerseits auf ganz analoge Weise wie die Vermessungsarbeiten für Separationen, Zusammenlegungen, Verkoppelungen etc., welche von besonderen Staatsbehörden, in Preufsen von den General-Kommissionen, in Braunschweig von der Landesökonomie-Kommission etc. ausgeführt werden im Interesse der Erleichterung und Förderung der Landwirtschaft durch Teilung der seither gemeinsam bewirtschafteten Gemeinde-Grundstücke, Zusammenlegung des infolge von Erbschaftsteilungen etc. getrennt liegenden Privat-Grundbesitzes, gleichzeitiger Verbesserung der Wege und Regulierung der Wasserläufe, sowie Ablösungen und Befreiungen von alt hergebrachten, hemmenden Lasten, Diensten und Verpflichtungen.

Bei der neuen Verteilung des gesamten Grundbesitzes in einer Gemeinde soll jedem Grundbesitzer ein Teil der Bodenfläche als neues Besitztum überwiesen werden, welcher an Wert seinem früheren Besitzstande gleichkommt, zugleich aber zur Bewirtschaftung für ihn möglichst bequem gelegen und leicht zugänglich ist. Hierzu mufs zunächst eine genaue Vermessung der gesamten in Betracht kommenden Grundstücke vorgenommen werden, zur Feststellung des seitherigen Besitzstandes. Dann mufs auf einem hiernach angefertigten Plane eine den obigen Bedingungen entsprechende Neueinteilung projektiert werden, die jedem Einzelnen thunlichst gerecht wird und zugleich im Interesse der Allgemeinheit liegende kulturtechnische Arbeiten und Anlagen entsprechend berücksichtigt. Diese Neueinteilung ist dann ihrerseits, nachdem alle Umstände und Einwendungen der Beteiligten erledigt sind, aus dem Plane in die Natur zu übertragen, wonach dieselbe von den Besitzern in rechtskräftiger Form zur Bewirtschaftung übernommen werden kann. Derartige Separationen und Zusammenlegungen haben in allen denjenigen Staaten, in welchen dieselben frühzeitig begonnen und hinreichend weit vorgeschritten sind, der Landwirtschaft ausgezeichnete Dienste geleistet.

Die Vermessungen der S t a a t s - F o r s t e n, welch letztere in einigen Ländern ausgedehnte Komplexe bedecken, dienen zur Feststellung der Besitzstandsgrenzen, der Art der Bewaldung, der Abfuhrwege, der Wasserläufe etc. Dieselben geben zugleich die Mittel ab, zunächst auf Plänen und hiernach in der Natur zur rationellen Waldwirtschaft eine zweckentsprechende Einteilung zu treffen. Analoge staatliche Aufnahmen und Vermessungsarbeiten werden ausgeführt für den Domänenbesitz, für Flufskorrektionen, Wildbachverbauungen, Trockenlegung sumpfiger Gegenden und Landesverbesserungen aller Art, welche genaue Plandarstellungen zur Projektierung und demnächst Übertragung der Projekte in die Natur, bezw. zu ihrer Bauausführung verlangen.

Unter den Vermessungs-Arbeiten für t e c h n i s c h e Z w e c k e sind weiter in Betracht zu ziehen diejenigen zur Anlage von Eisenbahnen, Kanälen und Strafsen, von denen namentlich die ersteren im gebirgigen Terrain nicht selten sehr umfangreiche Aufnahmen erforderlich machen zur richtigen Wahl der günstigsten Linie und ihrer rationellsten Bauausführung. Der Vorgang hierbei ist im allgemeinen folgender: Nachdem die leitenden Grundsätze, wie Zweck der Bahnlinie, Hauptorte, welche dieselbe berühren soll, u. s. w. festgestellt worden sind, wird die Linie in eine Übersichtskarte eingetragen und zunächst das

Längenprofil derselben ermittelt, um in Erfahrung zu bringen, welche Höhe die Bahn ersteigen mufs, ob dies mit den zulässigen Steigungen erreichbar erscheint, ob besondere Entwickelungen der Bahnlinie hierzu erforderlich sind, ob gröfsere Einschnitte, Tunnels, Dämme, Brücken etc. notwendig werden und dergl. So lange die Linie der Ebene oder einem bestimmten Thallaufe folgt, liegt die Beantwortung dieser Fragen naturgemäfs einfacher, als wenn Wasserscheiden und Pässe zu überschreiten sind. Um in solchen Fällen das Richtige zu treffen, werden oft umfangreiche, vergleichende Studien erforderlich. Es werden dann verschiedene Linien in die zur Projektierung aufgenommenen und gezeichneten Pläne eingetragen, Kostenvoranschläge für alle aufgestellt und unter einander verglichen, um die bauwürdigste Linie zu ermitteln. Hat man sich unter den verschiedenen Möglichkeiten für eines der Projekte entschieden, so wird dieses nun eingehender studiert und dazu in der Natur diese Linie abgesteckt, wie sie in die Pläne eingetragen war, wobei vorhandene Anhaltspunkte, wie Strafsen, Wegekreuzungen, Wasserläufe, Eigentums- und Kultur-Grenzen und dergl. benutzt werden. Die abgesteckte Linie wird dann genau gemessen, nivelliert und zu beiden Seiten derselben das anliegende Gelände so weit aufgenommen, wie es für eingehende Studien im Einzelnen erforderlich erscheint.

Während zu den allgemeinen Vorarbeiten meist topographische Karten kleineren Mafsstabes benutzt werden können, erfordern die speziellen Studien die genaue Aufnahme und Anfertigung von Plänen in gröfserem Mafsstabe, 1:2500 bis 1:500, um genau beurteilen zu können, welchen Umfang die nötigen Erd- und Feldarbeiten erhalten, welche Brücken und sonstige Bauten auszuführen sind, wie grofs die von den betreffenden Besitzern zu erwerbende Grundfläche ist u. s. w. sowie um einen zuverlässigen Anhalt zu gewinnen, das nach den Plänen ausgearbeitete gesamte Bauprojekt dann auch in der Natur so ausführen zu können, wie dasselbe auf Grund der Pläne projektiert und in diese eingezeichnet worden ist. Im Flachlande wird die Überbrückung der Ströme und Sümpfe die meisten Schwierigkeiten verursachen, im Gebirge und zumal im Hochgebirge die Durchtunnelung der für den offenen Bahnbetrieb zu gefährlichen Felspartien oder zu hoch gelegenen Alpenübergänge. In seiner Gesamtheit wird der Bahnbau sich auf die Vermessungkunde in all ihren Zweigen stützen müssen; Horizontal- und Vertikal-Aufnahmen, oberirdisch und unterirdisch, werden für ihn mit besonderer Sorgfalt auszuführen sein, da das Gelingen des Werkes hierdurch wesentlich bedingt wird und auch in den

schwierigsten Fällen durch den der Vermessung folgenden Bau direkt die Probe auf die Richtigkeit der Vermessungsarbeiten gemacht wird.

Analoge Aufnahmen und Vorstudien verlangen die Anlage und der Bau von Strafsen, Kanälen, Wasserleitungen etc., wenn auch meist in geringerem Umfange. Beim Wasserbau spielt naturgemäfs die Höhenmessung eine besonders wichtige Rolle, und hier ist die Höhenbestimmung stets mit grofser Sorgfalt und Genauigkeit durch geometrisches Nivellement auszuführen, während die trigonometrische und die barometrische Höhenaufnahme dort weniger oder gar nicht in Betracht kommen können. Anders beim Eisenbahnbau. Auch bei ihm wird die Höhenlage der Linie, welche schliefslich gebaut werden soll, sowohl vor wie während des Baues aufs sorgfältigste und genaueste einzunivellieren sein, dagegen ist bei den allgemeinen Vorarbeiten die Genauigkeit des geometrischen Nivellements nicht erforderlich und seine Ausführung viel zu zeitraubend. Mit einer Instrumenten-Aufstellung kann ja niemals ein gröfserer Höhenunterschied bestimmt werden, als die benutzte Nivellierlatte lang ist. Beträgt deren Länge z. B. 4 Meter, so wird man zum Mindesten 25 Stationierungen notwendiger Weise machen müssen, um einen Höhenunterschied von 100 Metern zu ermitteln. Zu seiner barometrischen Bestimmung braucht man nur am tiefsten und am höchsten Punkte zu stationieren, bezw. zu beobachten, und zur trigonometrischen Messung nur den Höhen- oder Tiefenwinkel in einem dieser Punkte abzulesen, wobei im letzteren Falle jedoch vorausgesetzt werden mufs, dafs der horizontale Abstand der beiden Punkte bekannt ist.

Zu einer erstmaligen Rekognoszierung eines gebirgigen Terrains sind gute und mit den nötigen Vergleichs- und Korrektions-Tabellen versehene Aneroid-Barometer sehr vorteilhaft zu verwerten. Wenn man im Terrain mehrmals auf und abwärts wandern mufs, dazu ohne freie Aussicht im Walde etc., so hält es ungeheuer schwer, nach blofser Schätzung auch nur ganz annähernd zu ermitteln, wie hoch man über dem Ausgangspunkte sich befindet. Hier können barometrische Höhenbestimmungen, selbst wenn sie um mehrere Meter unsicher sind, zur besseren Orientierung wesentliche Dienste leisten. Auch ganze Terrain-Abschnitte lassen sich bei Benutzung der Kataster-Pläne durch barometrische Höhenmessung an den in der Zeichnung angegebenen Grenzsteinen, Wegekreuzungen, Kulturgrenzen etc. in verhältnismäfsig kurzer Zeit aufnehmen und mit einer Höhendarstellung versehen, welche für mancherlei generell technische und topographische Zwecke ausreicht.

Eine wesentlich gröfsere Genauigkeit als das Barometer gewährt die trigonometrische Höhenmessung. Sie nimmt viel weniger Zeit in Anspruch als das geometrische Nivellement, wenn es sich darum handelt, für technische und topographische Zwecke eine ausreichend genaue Höhenaufnahme gröfserer Gebiete zu bewirken, und daher wird sie auch ganz allgemein da benutzt, wo nicht die gröfste, aber doch eine Genauigkeit bis auf Bruchteile des Meters erforderlich ist. Für solche Zwecke hat sich nach und nach ein tech-



Tachymeter - Theodolit.

nisches Verfahren der Terrainaufnahme ausgebildet, das mit dem Namen „Tachymetrie“ d. h. Schnell-Messung bezeichnet wird, und welches im allgemeinen darin besteht, dafs man das aufzunehmende Terrain stationsweise mit einem „Tachymeter“ bearbeitet, vermittelst dessen durch trigonometrische Höhenmessung im Umkreise jeder Station eine genügende Anzahl von Terrain-Punkten ihrer vertikalen Lage nach bestimmt werden, während gleichzeitig die jeweilige horizontale Entfernung durch optische Distanzmessung ermittelt wird.

Richtet man ein Fernrohr auf eine geteilte Latte, so wird das Bild derselben um so kleiner erscheinen, je weiter die Latte vom Beobachter entfernt ist, und um so gröfser, je näher dieselbe zu ihm

gebracht wird. Es ist daher einleuchtend, dafs man aus der „scheinbaren“ Gröfse einer ihrer Länge nach bekannten Latte einen Rückschlufs machen kann auf die jeweilige Entfernung derselben. Eine solche „optische“ Distanzmessung wird um so genauer ausfallen, je schärfer man die scheinbare Gröfse der Latte mifst, und je länger diese letztere ist. Aus praktischen Gründen wird man die Latte, um sie leicht genug hin- und hertragen zu können, nicht länger als 3—4 Meter machen, und ebenso wird man bestrebt sein, die Messung der scheinbaren Gröfse der Latte oder eines Teiles derselben thunlichst einfach zu gestalten. Dies wird erreicht durch Okular-Faden-Distanzmessung: Man spannt hierzu im Okulare des Fernrohres zwei parallele Fäden aus, beide genau horizontal und gleich weit abstehend von dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes, den einen über ihm, den andern unter ihm. Zwischen diesen beiden Distanzfäden wird man nun ein Stück der geteilten Latte erblicken, und dieses Stück wird seine Länge ändern, je nach der Entfernung der Latte. Da man den Abstand der beiden Distanzfäden passend wählen kann, so bemifst man ihn in der Regel der Art, dafs bei 100 Meter Entfernung der Latte gerade 1 Meter = 100 Centimeter zwischen die Fäden zu liegen kommen, also 1 Centimeter des Lattenstückes einem Meter Entfernung derselben entspricht. Dieses Verhältnis von 1 : 100 zwischen dem abgelesenen Lattenstück und der Entfernung der Latte bleibt für andere Entfernungen als 100 Meter das gleiche, wenn man ein „Porro'sches“ Fernrohr benutzt, so genannt nach dem italienischen Ingenieur und Professor Porro, welcher dasselbe für die Zwecke der optischen Distanzmessung eigens konstruierte. Es unterscheidet sich vom gewöhnlichen astronomischen Fernrohre dadurch, dafs zwischen Okular und Objektiv noch eine Sammellinse eingeschaltet ist, welche bewirkt, dafs die Proportionalität zwischen den jeweiligen Lattenabschnitten innerhalb der Distanzfäden und der Entfernung der Latte vom Mittelpunkte des Instrumentes für alle Entfernungen bestehen bleibt. Auf diese Weise wird die optische Distanzmessung sehr einfach, denn man hat das jeweils zwischen den Distanzfäden abgesehene Lattenstück nur mit 100 zu multiplizieren, um die Entfernung der Latte zu erhalten. Bei Benutzung eines gewöhnlichen Fernrohrs kommt zu der in gleicher Weise bestimmten Entfernung noch eine kleine Gröfse, nämlich die anderthalbfache Brennweite des Fernrohrs hinzu, weil hier die Proportionalität zwischen Lattenabschnitt und Entfernung nicht vom Mittelpunkte des Instrumentes aus, sondern vom vorderen Brennpunkte des Objektivs zählt; doch ist die Berücksichtigung dieser Korrektion ebenfalls sehr einfach.

Stillschweigend aber wurde bisher vorausgesetzt, dafs die Absehlinie des Fernrohrs normal zur Latte stand, wie es immer der Fall ist, wenn die Absehlinie horizontal liegt und die Latte vertikal gehalten wird. In diesem Falle erhält man durch die eben beschriebene Art der Distanzmessung unmittelbar die horizontale Entfernung der Latte vom Standpunkte des Beobachters. Ist hingegen die Absehlinie des Fernrohres nicht horizontal, und wird die Latte durch entsprechendes Neigen derselben normal zu ihr gehalten, so ist die hundertfache Lattenablesung gleich der schiefen Entfernung der Latte,*) die man dann nach Messen des Neigungswinkels auf die horizontale projizieren kann. Denselben Neigungswinkel gebraucht man aber auch zur Berechnung des Höhenunterschiedes zwischen dem Aufstellungspunkte des Instrumentes und der Latte. Man giebt daher dem Tachymeterinstrumente stets eine solche Einrichtung, dafs man zugleich mit der optischen Distanzmessung eine trigonometrische Höhenmessung verbinden kann. — Als drittes Element zur Festlegung eines Punktes gegen die Station fehlt nach Ermittelung der Entfernung und des Höhenunterschiedes nur noch die Bestimmung der Richtung, in welcher er liegt, in Bezug auf eine feste Ausgangsrichtung, als welche man die Nordrichtung gegen astronomisch oder magnetisch Norden, eine Dreiecks- oder Polygonseite etc. wählen kann. Je nachdem man diese Richtungsbestimmungen numerisch oder graphisch vornimmt, unterscheidet man die Tachymetrie mit dem Theodoliten und diejenige mit dem Mefstische. Erstere wird meist zu genaueren Aufnahmen in gröfserem Mafsstabe für wirtschaftliche und technische Zwecke benutzt, letztere vornehmlich für topographische Aufnahmen, weil hier der Mefstisch den Vorteil gewährt, entsprechend der verlangten geringeren Genauigkeit mancherlei Einzelheiten durch „Skizzieren" nach der Natur direkt in die Pläne und Karten eintragen zu können.

Allgemein versteht man unter Tachymetrie eine mit möglichst rationeller Ausnutzung der Zeit ausgeführte vollständige Terrain-Aufnahme, bei welcher durch Horizontal- und Vertikal-Winkelmessung in Verbindung mit Okularfadendistanzmessung eine solche Anzahl von Punkten stationsweise in horizontaler und vertikaler Projektion festgelegt werden, dafs ein in dieser Weise aufgenommenes Gebiet seiner Situation und Höhenlage nach für den beabsichtigten Zweck hinreichend genau dargestellt werden kann. Diese Genauigkeit wird

*) Anm. Bei vertikal gehaltener Latte mufs der zwischen den Distanzfäden abgelesene Lattenabschnitt entsprechend der Neigung reduziert werden.

absolut genommen sehr verschieden sein können, je nachdem es sich um wasserbauliche und kulturtechnische Anlagen, Eisenbahnbauten, topographische Kartendarstellungen etc. handelt. Sache des ausführenden Geodäten ist es, seine Aufnahmen dem jeweiligen Zwecke richtig anzupassen. Bei Bewässerungs-Anlagen z. B. wird es sich meist darum handeln, Gebiete von beschränkter Ausdehnung ihrer Höhenlage nach sehr genau aufzunehmen und darzustellen; bei Eisenbahn-Vorarbeiten kommt in der Regel nur ein verhältnismäfsig schmaler Terrainstreifen in Betracht, der in gröfserer oder geringerer Breitenausdehnung, sowie mit geringerer oder gröfserer Genauigkeit vermessen werden mufs, je nachdem es sich um allgemeine oder spezielle Vorarbeiten und Untersuchungen handelt; bei den topographischen Karten für militärische Zwecke wird im allgemeinen eine Terraindarstellung als ausreichend angesehen, welche die Höhen-Verhältnisse soweit richtig zur Anschauung bringt, wie dies zur Beurteilung der Manövrierfähigkeit der Truppen und alles dessen, was damit zusammenhängt, erforderlich ist.

Zu allen vorgenannten Vermessungsarbeiten und Terrain-Darstellungen werden Tachymeter-Instrumente und Aufnahmen benutzt in direktem Anschlufs an die grundlegenden Dreiecksmessungen und Nivellements, sowie unter vorteilhafter Verwertung der Spezial-Vermessungen für Kataster, Zusammenlegungen, Forsteinrichtung u. s. w. Keine andere Vermessungs-Methode findet zur Gebäude-Aufnahme und Darstellung eine solch ausgedehnte Anwendung wie die Tachymetrie, namentlich auch für topographische Zwecke, denn die militär-topographischen Aufnahmen und Karten erstrecken sich über das ganze Staatsgebiet und bilden zugleich die Grundlage der gesamten Landes-Kartographie für geographische, statistische, kommerzielle und sonstige Zwecke.

Die Topographie.

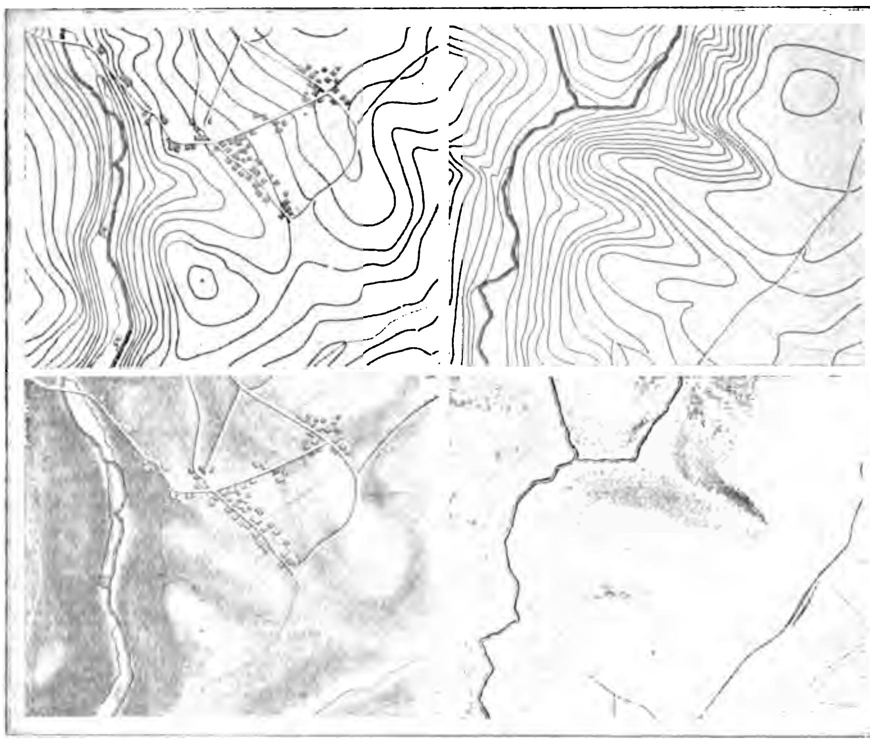
Die topographischen Karten sollen im allgemeinen entsprechend dem Worte Topographie, d. h. Ortsbeschreibung, in verjüngtem Mafsstabe ein geometrisch richtiges Bild der gegenwärtigen Lage der Ortschaften, ihrer Verbindungen durch Wege, Strafsen, Kanäle, Eisenbahnen etc., der Wasserläufe, Bäche, Flüsse, Ströme mit ihren Brücken, Fähren, Furten, der Bebauung und Kultur des Bodens, ob Garten, Acker, Wiese, Hütung, Wald u. s. w., liefern, zugleich aber auch die Erhebungen und Senkungen der natürlichen Erdoberfläche deutlich erkennen lassen. Je nach dem spezielleren Zwecke, welchem die topographischen Karten dienen sollen, geschieht die Darstellung

der Höhenverhältnisse des Geländes durch Horizontalkurven, durch Bergschraffur oder durch eine Kombination beider Methoden, wobei im letzteren Falle vielfach auch an Stelle der Schraffur die leichter herzustellende Abtönung tritt. Man kann im wesentlichen drei grofse Gruppen unterscheiden, nämlich Karten für civil-topographische Zwecke, solche für militär-topographische Zwecke und drittens Karten, welche beiderlei Interessen dienen und thunlichst gerecht werden sollen.

Die ersten topographischen Karten sind aus dem rein militärischen Bedürfnisse der Orientierung im Terrain zum Transport von Mannschaften, Material, Proviant etc. hervorgegangen. Sie haben sich im Laufe des Jahrhunderts in der Form wenig geändert, denn die letzten Blätter der noch nicht ganz vollendeten Karte des Deutschen Reiches und die ersten Blätter der zu Anfang des Jahrhunderts begonnenen Generalstabskarte von Frankreich enthalten im wesentlichen dieselbe Art der Terrain-Darstellung durch Schraffur mit senkrechter Beleuchtung nach Lehmanns Manier.

Für militärische Zwecke ist es erforderlich, mit einem Blick aus der Gelände-Darstellung die Steigungs- und Gefäll-Verhältnisse hinreichend genau erkennen zu können. Eine Unterscheidung der Steigungen auf 5°—10° ist im allgemeinen ausreichend. Wo militärische Operationen wegen zu grofser Steilheit des Terrains nicht mehr möglich sind, ist auch eine Unterscheidung der Steigungs-Verhältnisse im einzelnen nicht mehr erforderlich. So bezeichnete der sächsische General Lehmann in dem nach ihm benannten Bergstrichsysteme alle Böschungen von mehr als 45° Neigungswinkel als unpraktikabel mit schwarz, während von 0°—45° die einzelnen Steigungswinkel von 5° zu 5° durch das Verhältnis der Dicke der schwarzen Bergstriche zu den weifsen Zwischenräumen zwischen ihnen bestimmt werden. Dieses Lehmannsche Bergstrich-System fand grofse Verbreitung, ist aber direkt nur geeignet zur Höhendarstellung im Flachlande und im Mittelgebirge, weil bei steileren Gebirgspartieen die Karten zu dunkel und unleserlich werden. Schon die Sächsische Schweiz, nach diesem Systeme dargestellt, weist zahlreiche ganz schwarze Stellen auf, und für die Alpen ist dasselbe nicht unmittelbar zu verwenden. Bayern hat daher für seinen topographischen Atlas die Skala des Bergstrichsystems von 45° bis auf 60° Steigungswinkel erweitert und Oesterreich bei seiner Generalstabskarte Steigungen bis zu 80° unterschieden. Trotzdem werden in beiden genannten Kartenwerken die Alpen-Gegenden so dunkel, dafs die

Namen schwer zu lesen sind. Bei der Bearbeitung der Schweizerischen Generalstabskarte verliefs daher General Dufour das Bergstrich-System mit senkrechter Beleuchtung und wählte ein solches mit schräg von links oben einfallendem Lichte, die sogenannte schiefe Beleuchtung, welche bereits von den französischen Ingenieur-Topographen bei Terraindarstellungen gebirgiger Gegenden, wie namentlich der Insel Corsika, mit Erfolg benutzt worden war, um eine



Terrain-Darstellung durch Horizontalkurven, Berg-Schraffur und Abtönung mit Höhenkurven.

plastisch wirkende Terraindarstellung zu erzielen. Während aber bei der senkrechten Beleuchtung die Helligkeit einer Fläche nur von ihrer Steigung abhängt und letztere daher durch das Verhältnis der dunklen Bergstriche zu den weifsen Zwischenräumen direkt zur Anschauung gebracht werden kann, tritt bei der schiefen Beleuchtung als zweiter Umstand, welcher die Helligkeit einer Fläche bedingt, die Richtung gegen das einfallende Licht hinzu. Flächen gleicher Steigung können daher sehr verschieden hell erscheinen, je nachdem sie mehr oder weniger der Lichtquelle zu oder von ihr abgewendet

sind. Die Folge davon ist, dafs die Methode der schiefen Beleuchtung wohl im stande ist, sehr plastisch wirkende Gebirgs-Zeichnungen zu liefern, aber nicht topographische Karten, aus denen sich die Böschungswinkel nach einfachen geometrischen Prinzipien und hinreichend genau auch nur für militärische Zwecke und Operationen direkt entnehmen lassen; hierzu mufs eine Terraindarstellung durch Horizontal-Kurven hinzugenommen werden.

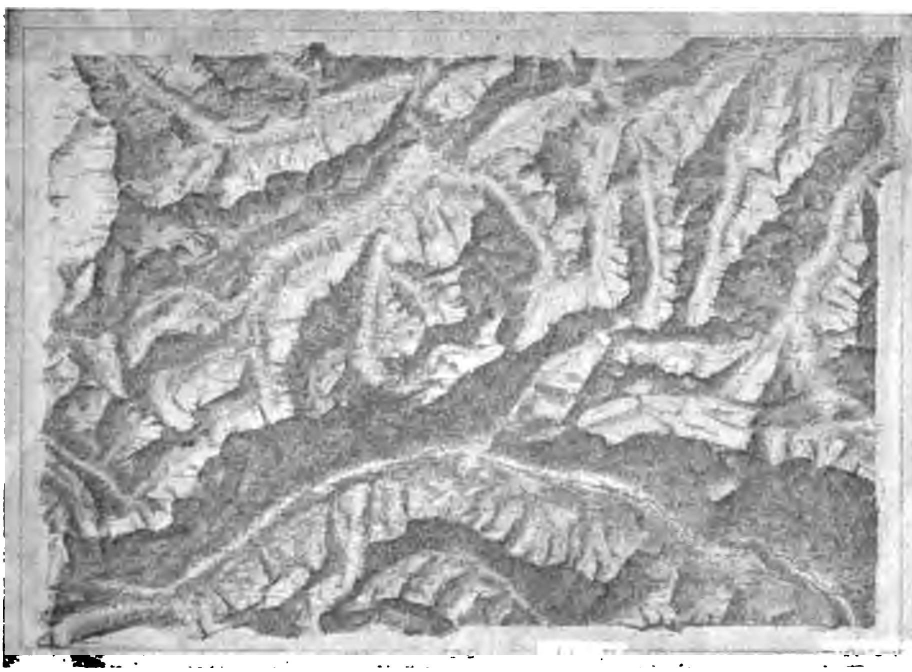
Der Mafsstab der eben besprochenen Generalstabskarten im engeren Sinne bewegt sich zwischen 1: 100 000 und 1: 50 000. So hat die Karte des Deutschen Reiches das Verjüngungs-Verhältnis 1: 100 000, wie die Dufour-Karte der Schweiz, die Karten von Italien, von Norwegen und Schweden etc. Die Karte von Frankreich hat den Mafsstab 1: 80 000, diejenige von Oesterreich 1: 75 000; der topographische Atlas der süddeutschen Staaten 1: 50 000 u. s. w.

Gröfser als 1: 50 000 wird der Mafsstab dieser Art Karten nicht gern genommen, weil sonst die Übersichtlichkeit über hinreichend grofse Gebiete, wie solche für militärische Operationen erforderlich ist, zu sehr beschränkt sein würde. Auch können in diesen Mafsstäben alle militärisch noch in Betracht kommenden topographischen Einzelheiten zur Darstellung gebracht werden, indem man für zu kleine Objekte, z. B. schmale Wege, Wasserläufe u. s. w. nicht das richtige Verjüngungs-Verhältnis des Kartenmafsstabes anwendet, sondern dieselben hinreichend breit einzeichnet, damit sie deutlich erkennbar bleiben, und für andere Objekte, z. B. Windmühlen, Wegweiser u. s. w. konventionelle Zeichen, sogenannte „Signaturen" verwendet. Die Darstellung der Steigungs-Verhältnisse der Terrain-Oberfläche würde bei einer Vergröfserung des Karten-Mafsstabes nicht in gleichem Verhältnisse an Genauigkeit zunehmen können, denn die Bergstrich-Skala macht nur Unterscheidungen von 5° zu 5°, gleichviel, ob die betreffende Fläche grofs oder klein gezeichnet wird; zur Unterscheidung der Steigungen dient immer nur das Verhältnis der schwarzen Striche zu den weifsen Zwischenräumen, und diese ist nicht ganz leicht auch nur bis auf 10° genau zu bestimmen. Ganz anders liegen die Genauigkeits-Verhältnisse bei einer Höhen-Darstellung durch Horizontal-Kurven. Hier ist die Genauigkeit der Höhen-Angaben wie der Höhen-Ermittlung in den Karten zugleich mit dem Mafsstabe jeder Steigerung fähig und an keine Grenze gebunden; denn jede einzelne Höhenkurve läfst sich mit aller nur immer wünschbaren Genauigkeit und Schärfe sowohl durch die Aufnahmen in der Natur ermitteln, wie auch in die Pläne einzeichnen, wenn der Mafsstab der

letzteren grofs genug genommen wird. Daher werden die Karten und Pläne für technische, kulturtechnische, wasserwirtschaftliche und andere civiltopographische Zwecke mit einer Höhendarstellung durch äquidistante Niveau-Kurven versehen, aus denen sich sowohl die Steigungs-Verhältnisse an jeder Stelle, wie auch die Höhen über dem Meere für alle Terrain-Punkte genau ermitteln lassen. Übersichtskarten dieser Art werden meist im Mafsstabe 1:25 000—1:10 000 angefertigt, Spezialkarten im Verjüngungsverhältnisse 1 : 50 000—1 : 500, je nach den speziellen Bedürfnissen und der zu erreichenden Genauigkeit.

Aber diese Höhenkurven-Karten, so wichtig und unentbehrlich dieselben für die technischen Bedürfnisse auch sind, für diejenigen Zwecke, welche wie die militärischen Interessen eine Orientierung über die Bodengestaltung auf einen Blick wünschenswert machen, sind dieselben weit weniger geeignet, als die topographischen Karten mit Bergschraffur. Ein geübter Kartenleser wird sich nach der Gestalt und dem Verlaufe der Horizontalkurven an jeder einzelnen Stelle der Karte ein Bild der körperlichen Terraingestalt im Geiste bilden können, aber immer nur für das beschränkte Gebiet, welches er gerade ins Auge fafst; auch der geübteste Topograph wird nicht im stande sein, ein gröfseres Gebiet nach einer Kurvenzeichnung auf einen Blick sich körperlich richtig vorzustellen. Dies ist bei einer Karte mit Bergschraffur unschwer zu erreichen und bei der schiefen Beleuchtung auch dem Ungeübten sofort anschaulich. Man hat daher, um beiden Bedürfnissen, den militär-topographischen wie den civil-topographischen zu gleicher Zeit Rechnung zu tragen, topographische Karten mit einer Terrain-Darstellung durch Horizontal-Kurven und Schraffur angefertigt, wie z. B. die preufsischen Mefstischblätter im Mafsstabe 1:25 000, welche als Garnison-Umgebungskarten von Göttingen, Goslar u. s. w. dienen sollen, die Spezialkarten von Oesterreich, Italien, Norwegen und Schweden u. s. w. Bei den letzteren ersetzte man die Bergschraffur durch die technisch viel leichter und billiger herzustellende Schummerung oder Abtönung, welche mit den Horizontal-Kurven sowohl ein plastisches Bild, wie auch eine geometrisch genaue Höhendarstellung zu liefern im stande ist. Für den Ungeübten unmittelbar verständlich und direkt anschaulich wirkt die schiefe Beleuchtung, wie dieselbe namentlich von den Schweizer Topographen bei ihren prächtigen „Relief-Karten“ benutzt wird, welche in unübertroffener Anschaulichkeit die reliefartige Plastik der Gebirgsformationen vor Augen führt. Diese Reliefkarten mit Horizontalkurven und Abtönung sind die topographischen Karten der Zukunft genannt worden, weil

sie die plastische Anschaulichkeit mit der geometrisch genauen Darstellung der Terrainverhältnisse durch die Höhenkurven verbinden. Aus letzterem Grunde hat die Abtönung nur auf die plastische Wirkung Rücksicht zu nehmen und kann ganz frei von irgend welcher Gesetzmäfsigkeit rein künstlerisch ausgeführt werden, denn die Aufgabe der Abtönung kann in diesem Falle dahin bestimmt werden, dafs dieselbe das Bild, welches sich der geübte Kartenleser nach dem Verlaufe der Horizontal-Kurven im einzeln geistig vorstellen



Der Gotthard mit schräger Beleuchtung.

kann, in der ganzen Karte objektiv vor Augen führt. Diese Darstellung eignet sich daher vorzüglich für Touristen-Karten in den Mafsstäben 1 : 50 000—1 : 25 000. Namentlich der letztere Mafsstab ist für Touristen-Zwecke, auch wenn sie wissenschaftlicher Natur sind, im Flachlande und im Mittelgebirge der zweckmäfsigste, weil er hinreichende Übersichtlichkeit mit genügend detaillierter Terrain-Darstellung zu verbinden gestattet. Für das Hochgebirge wird des geringeren Detailreichtums halber meist der Mafsstab 1 : 50 000 gewählt, wie ihn die vorerwähnten Schweizer Reliefkarten haben, welche auf Grundlage der entsprechenden Blätter des Siegfried-Atlanten für das

Hochgebirge bearbeitet wurden. Auch die ähnlich behandelten Blätter der Ötzthaler Alpen, welche der Deutsch-Oesterreichische Alpen-Verein bearbeiten und herausgeben liefs, sind im gleichen Mafsstabe ausgeführt worden. Für das Mittelgebirge jedoch ist eine Darstellung im Mafsstabe 1 : 25 000 vorzuziehen. In Deutschland hat der Badeort Harzburg den Anfang gemacht mit einer Relief-Karte „Harzburg-Brocken" in diesem Mafsstabe. Durch einheitliches Vorgehen des Harzklubs und der deutschen Touristen-Vereine im Interesse einer besseren kartographischen Darstellung der heimischen Gebirge in ähnlicher Weise, könnte auch für diese etwas den schweizerischen Reliefkarten Ebenbürtiges geschaffen werden. Diese Relief-Karten haben den grofsen Vorteil, dafs sie jedermann verständlich sind und zugleich strengen Anforderungen genügen können, wenn die Situations- und Kurven-Darstellung genau sind. Der Wert einer Karte wächst aber um so mehr, je leichter sie verständlich und je genauer sie ist.

Aus den topographischen Originalaufnahmen und ihren Darstellungen werden durch Reduktion auf kleineren Mafsstab angewandte Karten aller Art für die verschiedenen Staatszwecke und privaten Bedürfnisse hergestellt. In erster Linie sind hier zu nennen die Generalstabs- und Übersichtskarten, welche den Mafsstab 1:200 000 bis 1:500 000 haben, und von denen jedes Land eine solche in seiner eigenen Darstellungsart, einfarbig oder mehrfarbig mit Horizontalkurven oder mit Bergschraffur etc., je nach Bedürfnis und Geschmacksrichtung besitzt. In Deutschland wird eine neue Übersichtskarte des Deutschen Reiches im Mafsstabe 1 : 200 000 mit Horizontalkurven und in mehrfarbigem Kupferdrucke vom Preufsischen Generalstabe bearbeitet und herausgegeben als Ersatz der seither benutzten Reymannschen Karte von Mittel-Europa. Sodann hat das kartographische Institut von Perthes in Gotha eine Karte des Deutschen Reiches im Mafsstabe 1 : 500000 mit brauner Bergschraffur in vorzüglicher Ausführung herausgegeben, welche auch geologisch bearbeitet und koloriert worden ist. Hieran schliefsen sich, ebenfalls in mehrfarbigem Kupferdruck mit Benutzung von Handkolorit bearbeitet, die geographischen Karten des gleichen Institutes, welche wohl unübertroffen dastehen. Diese schönen Karten im Verein mit dem von Vellhagen & Klasing in Steingravure hergestellten, seiner Preiswürdigkeit halber weit verbreiteten Andree'schen Handatlas und anderen ähnlichen Werken haben bewirkt, dafs Deutschland in Bezug auf Herstellung geographischer Karten unstreitig unter allen Ländern mit den ersten Platz einnimmt. Dies gilt aber nicht

nur in Hinsicht auf Kartographie. Der Schwerpunkt der ganzen Entwicklung der wissenschaftlichen und praktischen Geodäsie lag im vergangenen Jahrhundert in Frankreich, welches durch die berühmten Gradmessungsarbeiten seiner Geodäten die ellipsoidische Gestalt der Erde und das Metermafs bestimmte, sowie die erste topographische Karte auf wissenschaftlicher Grundlage bearbeiten liefs. In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts hingegen waren es die Arbeiten des grofsen Königsberger Astronomen Bessel und namentlich des Fürsten der Mathematiker und Geodäten, Carl Friedrich Gauss, welche die Grundlage bildeten und noch bilden, auf der die neuere Geodäsie aufgebaut ist. Sie führten ihren Schüler und Mitarbeiter, den preufsischen General Baeyer, zur Begründung der europäischen Gradmessung, welche inzwischen zur internationalen Erdmessung sich erweiterte, einer Vereinigung aller gesitteten Völker und Nationen zu friedlichem Wettstreite und gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeit auf dem Gesamtgebiete der höheren Geodäsie. Ihren Mittelpunkt hat dieselbe im Königlich Preufsischen geodätischen Institute auf dem Telegraphenberge bei Potsdam, dessen Leiter Helmert als Nachfolger Baeyer's mit der zusammenfassenden Bearbeitung der Einzelergebnisse in erster Linie betraut ist. Wie hiernach die Entwicklung der höheren Geodäsie im letzten Jahrhundert ihren Schwerpunkt vornehmlich in Deutschland hat, so steht, und zwar infolge einer sehr natürlichen Rückwirkung, auch das niedere Vermessungswesen daselbst zur Zeit auf einer Stufe, wie sie seither von keinem anderen Lande erreicht worden ist. Möge im kommenden Jahrhundert das Gleiche gelten.

Die neueste Erzeugung reinen Sauerstoffs und dessen wirtschaftliche Bedeutung.

Von **Dr. L. Häpke** in Bremen.

Der Sauerstoff ist das auf Erden am meisten verbreitete chemische Element. Als farb- und geruchloses Gas läfst es sich leicht daran erkennen, dafs ein glimmender Span in Sauerstoff mit glänzender Flamme verbrennt. Sein spezifisches Gewicht ist 1,1, also ist er etwas schwerer als die atmosphärische Luft, von dem der Sauerstoff rund 20 Volumprozent ausmacht. Die übrigen 80 Prozent bestehen aus Stickstoff neben sehr geringen Mengen der neuentdeckten Gase: Argon, Krypton, Neon, Metargon und Xenon. Ferner sind in der Luft noch fast $^1/_2$ pro mille Kohlensäure, Wasserdampf und mikroskopisch kleine Organismen, die sogenannten Sonnenstäubchen, enthalten. Im Wasser kommt der Sauerstoff mit dem Wasserstoff chemisch verbunden zu $^8/_9$ vom Gewichte des Wassers vor. Aufserdem findet er sich in allen Tieren und Pflanzen und macht rund die Hälfte des Gewichts der gesamten Erdrinde aus.

Priestley erkannte 1774 den Sauerstoff als ein eigentümliches Gas und fast gleichzeitig auch der deutsche Chemiker Scheele. Lavoisier gab dem Stoffe 1781 den Namen Oxygenium (ὀξύς sauer und γεννάω ich erzeuge) oder Sauerstoff, weil er mit anderen Elementen Säuren erzeugt. Wenn ein Körper sich mit dem Sauerstoff verbindet, so entwickelt sich dabei stets eine bestimmte Wärme; diesen Vorgang nennt man oxydieren oder verbrennen. Körper, die mit einer gewissen Menge Sauerstoff verbunden sind, heifsen Oxyde; ist die Menge gröfser, so werden sie Überoxyde oder Superoxyde genannt. Säuren sind dagegen Verbindungen gewisser Elemente mit dem gröfsten Quantum Sauerstoff. Die in unserem Körper vor sich gehende Atmung ist ebenfalls ein Verbrennungsprozefs, wobei das hellrote Blut durch die entstandene Kohlensäure sich in dunkelrotes verwandelt.

Sauerstoff ist daher die eigentliche Lebensluft, von der alle unsere Lebensthätigkeit abhängt, deren Mangel in wenigen Minuten den Tod herbeiführt. Eine eigene, unter besonderen Umständen auftretende Modifikation des Sauerstoffs hat man Ozon (Geruch) genannt, das sich durch seine besondere Energie und Aktivität auszeichnet. Dies Gas entsteht beim Verbrennen des Phosphors, oder wenn der Blitz oder ein elektrischer Funke durch Luft oder Sauerstoff schlägt. Ozon oxydiert die Körper aufs kräftigste, bleicht die Farben und ist ein vorzügliches Desinfektionsmittel. Lange Zeit hindurch waren die Bemühungen von Physikern wie Faraday und Natterer vergeblich, Sauerstoff in flüssigem Zustande zu erhalten. Merkwürdiger Weise gelang es fast gleichzeitig um Weihnachten 1877 zwei Forschern Pictet und Cailletet nach verschiedenen Methoden, sowohl den Sauerstoff als auch andere Gase zu verflüssigen. Dazu gehört allerdings der ungeheure Druck von 500 Atmosphären und eine Kälte von 130°, die mittelst flüssiger Kohlensäure und schwefliger Säure erzeugt wurde.

Neben dem Brennmaterial ist der Sauerstoff das notwendigste Hilfsmittel für jede industrielle und gewerbliche Thätigkeit der Menschen. Schmiede, Schlosser und andere Metallarbeiter treiben durch einen Blasebalg Luft in das Feuer, um durch den Sauerstoff die Glut anzufachen. Derselbe Vorgang spielt sich im kleinen mit dem Lötrohr ab, das Gold- und Silberarbeiter, sowie die Chemiker zum Löten und Probieren der Metalle benutzen. Die mittelst Sauerstoffs der Luft verbrannte Kohle erzeugt die Wärme unserer Herde, Öfen und Dampfkessel. Leider wird die von der Kohle theoretisch berechnete Wärme im günstigsten Falle nur zu 10 Prozent ausgenutzt, weil der in der Luft enthaltene Stickstoff, der das vierfache des Sauerstoffvolums beträgt, mit erhitzt werden mufs, wobei der gröfste Teil der Wärme ungenutzt in den Schornstein entweicht. Wendet man dagegen reinen Sauerstoff an, so kann man fast sämtliche Wärme gewinnen und die Temperatur namentlich mit Hilfe des Acetylens bis über 3000° C. hinaus steigern. Damit würde eine aufserordentliche Ersparnis an Brennmaterial nebst Vereinfachung der Feuerungsanlagen verbunden sein. Für Gewinnung und Verarbeitung der Metalle, für Heizung und Beleuchtung, für chemische und medizinische Zwecke, sowie für zahlreiche sonstige Verwendungen würde daher billiger Sauerstoff ein unermefslich weites Feld finden. So ist es erklärlich, dafs mehr als hundert Vorschläge und Patente versuchten, dieses edle Gas sowohl auf chemischem als auch auf physikalischem

Wege fabrikmäfsig herzustellen. Aber nur ein Verfahren, das die atmosphärische Luft als Rohmaterial benutzte, hatte bislang Erfolg. Es ist das der Gebrüder Brin, die vor etwa zehn Jahren in London die erste Sauerstofffabrik anlegten. Dasselbe beruht auf der von Boussingault bereits 1850 gefundenen Thatsache, dafs Bariumoxyd (BaO) beim Erhitzen auf 700° Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und damit sich in Bariumsuperoxyd ($Ba\,O_2$) verwandelt, das bei stärkerer Hitze (circa 900°) in freien Sauerstoff und wieder verwertbares Bariumoxyd zerfällt. Der nicht gebundene Stickstoff tritt dabei fast vollständig wieder aus. Diesem scheinbar einfachen Vorgang stellten sich in der Praxis indessen mehrfache Schwierigkeiten entgegen. Die Luft mufs aufs sorgfältigste von Kohlensäure, Wasserdampf und Staubteilchen gereinigt sein, da sonst das Bariumoxyd sich nicht regeneriert und inaktiv oder tot bleibt.

Nach dem Berichte einer Parlamentskommission, welche die bei dem ausgedehnten Handel mit komprimierten Gasen mehrfach vorgekommenen Unfälle zu untersuchen hatte, belief sich der Umsatz von Brins Oxygen Company im Jahre 1894 bereits auf 100 000 Stahlcylinder.

Die einzige Fabrik, die in Deutschland nach diesem Verfahren arbeitet, ist die von Dr. Elkan in Berlin, die ich im Juli 1896 im Betriebe sah. Hier konnte ich zuerst das mit Sauerstoff gespeiste Zirkonlicht bewundern, das alle anderen Lichteffekte weit überstrahlt. Den vorhin angedeuteten Wechsel der Operationen bewirkten automatische Pumpen alle 10—15 Minuten, wobei ein Kilo Bariumoxyd etwa 10 Liter Sauerstoff lieferte. Der noch einen Rest Stickstoff enthaltende Sauerstoff hat eine Reinheit von 89—95 Prozent, womit der Industrie aber schon vollauf gedient ist. Das in einem Gasometer aufbewahrte Gas wird durch den Druck von 100 Atmosphären in Stahlcylinder geprefst und in den Handel gebracht. Ein Kubikmeter oder 1000 Liter dieses Sauerstoffs kosten 10 M.

Weitere Fabriken befinden sich noch in Paris, Manchester und Glasgow. Diesem Verfahren hängen noch manche Mängel an, die namentlich eine wünschenswerte Herabsetzung des Preises unmöglich machen. Die sorgfältige Reinigung der Luft erfordert ausgedehnte Vorrichtungen, und das ziemlich teure Bariumoxyd, welches auch nur 8 Prozent des Sauerstoffs gewinnen läfst, wird allmählich unwirksam. Wegen der maschinellen Zusatzapparate ist die Anlage kostspielig, und die Temperatur ist eine so hohe, dafs sie nur in Retortenöfen erreicht werden kann.

Ein einfacheres, von Peitz modifiziertes Verfahren stammt von

Professor Kafsner, der es bereits 1889 in Dinglers polytechnischem Journal, Band 274 und 278, beschrieb und in Erkenntnis der hohen wirtschaftlichen Bedeutung sich durch das D. R. P. 52459 sichern liefs. Zur Gewinnung des Sauerstoffes der Luft dient hier der bleisaure Kalk oder das Calciumplumbat $Ca_2 Pb O_4$, das unter Glühen durch Kohlensäure zerlegt wird und Sauerstoff abgiebt. Aus dem Rückstande wird durch überhitzten Wasserdampf die Kohlensäure ausgetrieben und wiedergewonnen. Alsdann wird Luft über das Material geleitet, aus welcher sich der bleisaure Kalk regeneriert, während der Stickstoff entweicht. Der Prozefs beginnt darauf von neuem und kann beliebig lange fortgesetzt werden. Zu einem glatten, rentabeln Verlauf dieser Darstellung ist das Vorhandensein reiner, billiger Kohlensäure ein Haupterfordernis. Durch die Erbohrung des Riesensprudels von Herste bei Driburg, den ich in der September-Nummer des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift beschrieb, ist die nötige Kohlensäure in jeder gewünschten Menge vorhanden. Eine Versuchsanlage in Herste, die in kurzer Zeit 50 cbm Sauerstoff von 94—97 pCt Reinheit*) produzierte, habe ich Mitte Oktober v. J. besichtigt. Sie ergab so vorzügliche Resultate, dafs nunmehr mit dem Bau einer grofsartigen Fabrik von der Firma C. G. Rommenhöller, Besitzerin der dortigen Kohlensäure-Werke, zur Erzeugung reinen Sauerstoffes begonnen wurde.

Das genannte Calciumplumbat ist ein gelblich-rotes Pulver, das durch Glühen von Kalkspatmehl mit Bleioxyd erhalten wird. Die mit Kugeln des bleisauren Kalkes von Nufsgröfse gefüllten Stahlretorten werden mittelst Generatorfeuerung auf 750—800° erhitzt, wobei die einströmende Kohlensäure das Bleisalz zerlegt und der Sauerstoff entweicht. Wasserdampf von drei Atmosphären Spannkraft treibt die Kohlensäure und den Stickstoff wieder aus, während die zur Regeneration nötige Luft, auf 400° vorgewärmt, durch eine Druckpumpe eingeführt wird. Der chemische Vorgang entwickelt sich nach folgenden Gleichungen:

$$\text{I.}\quad Ca_2\,Pb\,O_4 + 2\,CO_2 = 2\,Ca\,CO_3 + Pb\,O + O.$$

Kohlensäure durch eine Röhre bis über den Boden der Retorte geführt, wird vom Kalk gebunden und treibt den Sauerstoff aus.

$$\text{II.}\quad 2\,Ca\,CO_3 + Pb\,O + H_2\,O = 2\,Ca\,O + Pb\,O + 2\,CO_2 + H_2O.$$

Der einströmende Wasserdampf nimmt die Kohlensäure fort und entweicht damit.

$$\text{III.}\quad 2\,Ca\,O + Pb\,O + 4\,N/O + H_2\,O = Ca_2\,Pb\,O_4 + 4\,N + H_2\,O.$$

*) Nach den Analysen des Prof. Rooseboom in Amsterdam.

Die vorgewärmte Luft regeneriert das Bleisalz, während der Wasserdampf den Stickstoff austreibt.

Der bleisaure Kalk bleibt nach Kafsners Darstellung in einem dauernd molekular porösen Zustand, indem immer zwei Gase, nämlich Kohlensäure und Sauerstoff, die sich gegenseitig Platz machen, in das Material eintreten, wodurch dasselbe bis in die Tiefe schwammförmig bleibt. Die Kohlensäure kann, wie schon angedeutet, mit geringem Verlust immer wieder gewonnen werden.

Welche hohe Bedeutung die komprimierten Gase, unter denen Sauerstoff und Kohlensäure obenan stehen, für die Wissenschaft und Industrie bereits gewonnen haben, ergiebt sich aus dem Erscheinen einer besonderen Zeitschrift für dieselben. Raoul Pictet schreibt darin, dafs während des Jahres 1897 in den verschiedenen Fabriken mehrere Millionen Kubikmeter Sauerstoff hergestellt wurden. Dies Gas ist trotz seines jetzigen hohen Preises unentbehrlich zum Schmelzen und Bearbeiten der strengflüssigen Metalle Platin, Iridium, Nickel u. s. w. Mit Wasserstoff erzielt dasselbe im Knallgasgebläse die höchste Temperatur und das intensivste Licht, besonders beim Glühen von Kalk- oder Zirkonerde. Das vielgenannte Calciumcarbid erzeugt man mittelst Sauerstoffes weit billiger als mit Hilfe des elektrischen Stromes. Bei Bereitung der englischen Schwefelsäure läfst sich durch Verbrennen der schwefligen Säure (Schwefeldioxyd) nach Winklers Verfahren sofort Schwefelsäure - Anhydrid (Schwefeldioxyd) erhalten, das mit 22 Prozent Wasser nahezu 100 prozentige Schwefelsäure liefert. Eisen wird in der Bessemerbirne beim Durchblasen von reinem Sauerstoff seines Kohlenstoffgehaltes beraubt, und der erzeugte Stahl läfst sich mit Nickel, Mangan, Wolfram u. s. w. leicht vereinigen. Die Glas- und Thonwarenfabriken, die chemische Industrie, überhaupt alle Gewerbe, die viel Feuerung gebrauchen, werden vom billigen Sauerstoff grofsen Vorteil ziehen. Die Frage der Rauchverbrennung läfst sich allein durch Anwendung von Sauerstoff lösen. Seit 20 Jahren hat die englische „Smoke Abatement Society" grofse Mittel aufgewandt, ohne einen Schritt weiter zu kommen, und ebenso hat in Preufsen eine Ministerial-Kommission seit Jahren darüber verhandelt, wie die dicken, schwarzen Rauchwolken der Fabrikschornsteine zu beseitigen sind. Wie viel würden unsere Grofsstädte an Gesundheit, Schönheit und Reinlichkeit gewinnen, wenn die Entwickelung übermäfsigen Rauches der Feuerungsanlagen aufhörte! Was würde die Reichsmarine zahlen, wenn die Torpedos und Kriegsschiffe ihre Fahrten ohne sichtbaren Rauch machten? Dann könnten sie sich dem Feinde unbemerkt

nähern, und die erzeugte gröſsere Hitze bei bedeutend verringerter Heizfläche der Dampfkessel würde Ersparnisse herbeiführen, welche die Ausgabe für Sauerstoff reichlich aufwiegen. Die technischen Schwierigkeiten der ersten Einrichtung werden sich leicht lösen lassen, wenn nur erst billiger Sauerstoff in unbegrenzter Menge zur Verfügung steht.

Luftschiffer atmen in hohen Regionen das mitgeführte belebende Gas in gierigen Zügen ein, um in der dünnen, sauerstoffarmen Luft nicht zu ersticken. Andererseits wird in der Tiefe der Bergwerke komprimierter Sauerstoff vorrätig gehalten, um bei Gegenwart schlagender Wetter oder tötlicher Explosionsgase Schächte und Stollen betreten zu können. In zahlreichen Fällen der medizinischen Praxis hat sich reiner Sauerstoff als Lebensluft bewährt, z. B. bei Behandlung von Lungenkranken und Asthmatikern. Nicht zu vergessen ist, daſs die Bedienungsmannschaft submariner Boote, sowie Taucher mittelst hinreichenden Sauerstoffvorrates sich längere Zeit unter Wasser halten können. Ich stimme Professor Kaſsner bei, der am Schlusse eines Artikels in Dinglers Journal sagt: „Der Preis dieses Gases wird nach dem neuen Verfahren ein so niedriger werden, daſs dasselbe zu allgemeiner Anwendung gelangt. Welche Fortschritte dann überall in Verkehr, Industrie und Gewerbe eingeleitet würden, läſst sich kaum überblicken; ein groſsartiger Umschwung auf allen Gebieten des praktischen Lebens wird die Folge sein. Welche Wärme erzeugt der reine Sauerstoff in unseren Heizanlagen, welches intensive Licht geben die mit reinem Sauerstoff gespeisten Gasflammen? Unleidlichen Ruſs und Rauch giebt es nicht mehr, da alle Kohlen total verbrannt und ausgenutzt werden. Dies Gas ist in sanitärer und therapeutischer Hinsicht die eigentliche Lebensluft, nicht nur für Menschen und Tiere, sondern auch für Industrie und Technik.“

Mittheilungen

Der Weltäther entdeckt? Bekanntlich kann der Himmelsraum, soweit wir ihn kennen, nicht absolut leer gedacht werden, da die Übertragung der Wellenbewegung des Lichts unbedingt ein die interstellaren Räume ausfüllendes Medium zur Voraussetzung hat, dem vermutlich auch alle elektromagnetischen und gravitierenden Fernewirkungen, die zwischen den Gestirnen eine gewisse Verbindung herstellen, zu verdanken sind. Dieser „Weltäther“ oder „Lichtäther“ mufs sicherlich ein im Vergleich mit den sonst bekannten Stoffen unendlich viel feineres Fluidum sein, da er einerseits die Bewegungen der Weltkörper nicht merkbar hemmt, andererseits aber nach den Anschauungen der Physiker alle Materie völlig durchdringt. Einen historischen Überblick über die Entwickelung der Ätherhypothese haben unsere Leser durch einen längeren Aufsatz im vorigen Jahrgang gewonnen; es wird ihnen daher noch gegenwärtig sein, dafs die Ansichten über die Eigenschaften des Äthers bis in die neueste Zeit starken Schwankungen unterworfen gewesen sind. Vor allem ist es zweifelhaft, ob man dem Äther die Eigenschaften eines echten Gases zusprechen kann, oder ob er nicht vielmehr trotz seiner geringen Dichte die Eigenschaften eines starren, vollkommen elastischen Körpers besitzt. Nach diesen Vorbemerkungen werden wir die aus Amerika kommende Nachricht von der Entdeckung eines neuen Gases „Etherion“, das mit dem Lichtäther identisch sein soll, mit der nötigen Reserve aufnehmen; immerhin sind aber die betreffenden Erfahrungen des Herrn Brush interessant genug, um unser Interesse in hohem Mafse zu erregen. Aus pulverisiertem Glas entwickelte sich nämlich im vollkommensten Vacuum, das uns erreichbar ist, ein Gas, das seine Existenz durch eine aufserordentlich grofse Wärmeleitungsfähigkeit verriet. Bei einem Druck von 0,96 Milliontel Atmosphären leitet das neue Gas die Wärme 20 mal schneller als Wasserstoff, der seinerseits ein bessererer Wärmeleiter als Luft ist. Auch aus anderen Körpern gelang es, dasselbe Gas im Vacuum zu entwickeln. Auf Grund gewisser Analogien schliefst Brush aus dem hohen Wärmeleitungsvermögen des neuen Gases (das übrigens durch

Verdichtung mit Hilfe von Diffusion zu einem 42 mal besseren Wärmeleiter als Wasserstoff verwandelt werden konnte), dafs demselben nur etwa der zehntausendste Teil der Dichte des Wasserstoffs zukomme. Aus der kinetischen Gastheorie würde nun folgen, dafs ein so feines Gas in der irdischen Atmosphäre nicht würde existieren können, wenn es nicht auch den Himmelsraum erfüllte; es würde nämlich vermöge der grofsen Geschwindigkeit, mit der sich seine Moleküle bewegen, in den Weltraum hinaus diffundieren. Da nun aber das neue Gas sicher in der Atmosphäre enthalten ist und von den uns bekannten Körpern daraus begierig absorbiert wird, so meint Brush, dafs es eben ein die ganze Welt erfüllender Stoff sein müsse, der vielleicht der von der Undulationstheorie geforderte Träger der Lichtbewegung sein könnte.

Bald nach dem Bekanntwerden dieser Aufsehen erregenden Veröffentlichung erhoben sich indessen schon gewichtige Stimmen des Widerspruchs. Der durch die Entdeckung der Kathodenstrahlen hochverdiente englische Physiker Crookes glaubt z. B., mit grofser Wahrscheinlichkeit erklären zu können, dafs das vermeintlich neue Gas nichts anderes als Wasserdampf sei, der ihm selbst bei Vacuumversuchen schon längst als kaum entfernbar und durch ein hohes Wärmeleitungsvermögen charakterisiert entgegengetreten ist.

Jedenfalls darf man demnach auf weitere Versuche zur Entscheidung über die Richtigkeit der einen oder anderen Ansicht in hohem Mafse gespannt sein. F. Kbr.

Häufigkeit der Erdbeben in Niederländisch-Indien.

Kapitän Montessus de Ballore, über dessen statistische Arbeiten über Erdbeben in dieser Zeitschrift wiederholt Bericht erstattet worden ist, hat sich neuerdings mit der Frequenz der Erdbeben in Japan und der ostindischen Inselwelt beschäftigt. Die grofsen Inselgruppen, welche sich von der Südspitze Hinterindiens bis zum australischen Kontinente hinziehen, sind durch mannigfache geologische Eigentümlichkeiten, durch starkes Hervortreten des Vulkanismus, namentlich auf Java und den Molukken und in manchen ihrer Teile, gleich Japan, durch besondere Häufigkeit von Erdbeben ausgezeichnet. Die Erdbebenstatistik Montessus, die sich über den ganzen Archipel von Sumatra bis Neuguinea erstreckt, mufs gegenwärtig noch sehr lückenhaft sein, da sie sich nur auf das Aufzeichnungsmaterial aus den niederländischen Besitzungen stützen kann und dieses kaum mehr als fünfzig Jahre umfafst; ganz ungeheure Gebiete, die der Civilisation

noch nicht zugänglich sind, wie das Reich Atschin auf Sumatra, fast ganz Borneo und viele Gebiete der gröfseren Inseln, sind in Beziehung auf ihre Erdbebenhäufigkeit noch so gut wie unbekannt. Das statistische Bild wird sich also im Laufe der Zeit, namentlich wenn, was so sehr zu wünschen wäre, eine permanente Beobachtung der Erdbeben durch ständige Seismographen in einzelnen Gegenden erreicht werden sollte, ganz wesentlich verändern. Aber gewisse charakteristische Züge und Gesetzmäfsigkeiten lassen sich in der Erdbebenfrequenz jener Inselwelt schon jetzt nachweisen. Im allgemeinen bestätigt sich zunächst, dafs die Gebiete der Erdbeben hauptsächlich dort anzutreffen sind, wo sich die stärksten Gefälle im Relief der Erdkruste darstellen. Im speziellen treten besonders folgende Gesetze zu Tage. Die Bergländer sind mehr heimgesucht von Erdbeben als die Flachländer. Tiefe Meeresküsten, namentlich wenn sie längs steiler Kettengebirge dahin ziehen, sind viel erdbebenreicher als seichte Küsten, welche den Rand von Flachländern bilden. Die jäh abfallenden Seiten der Gebirgsketten sind an Erdbeben häufiger als die allmählich verlaufenden. In den Thälern zeichnen sich besonders die Mittelpartien gegenüber den höher gelegenen durch Unruhe aus. Schmale bergige Halbinseln sind erdbebenreich, ferner liegt das Stofszentrum einer Reihe von Erdbeben öfters in tiefen und an Breite beschränkten Meerengen. Diese der Erdbebenhäufigkeit des hinterindischen Archipels anhaftenden Gesetzmäfsigkeiten, welche übrigens durch andere Züge verstärkt werden könnten, die wir in anderen bebenreichen Gebieten der Erde zu beobachten Gelegenheit haben, beweisen, dafs der Zusammenhang zwischen der Entstehung der Erdbeben und der Formation der Erdrinde ein unmittelbarer ist, und dafs geologische Kräfte die Hauptursache der Beben sind. Montessus erwartet deshalb nicht viel Resultat von jener wissenschaftlichen Richtung, welche den eigentlichen Impuls zu den Erdbeben in aufserirdischen, kosmischen Ursachen zu suchen sich bemüht; er meint, selbst wenn kosmische Bewegungen bei der Entwickelung der Erdbeben mitspielten, dafs diese Kräfte gegen die Macht der geologischen Ursachen verschwinden müfsten. Weit wichtiger als jene Spekulationen sei vielmehr die Erforschung der geographischen Verbreitung der Erdbeben, also die statistische Untersuchung der Erdbebenhäufigkeit in einzelnen abgegrenzten Gebieten; nur eine solche bereite das sichere Fundament für die weiteren Untersuchungen des Gegenstandes vor. Was nun die Häufigkeit der Erdbeben im hinterindischen Archipel anlangt, so findet Montessus aus seiner Statistik, dafs Westsumatra in dieser Beziehung

den andern Inseln vorangeht, namentlich ist die Insel Nias und die ihr gegenüberliegende Küste von Erdbeben heimgesucht, indem auf je 28 qkm ein Erdbeben kommt (welche wahrscheinlich in der Meerenge von Nias ihren Ursprung haben). Längs der steilen Böschung des Küstengebirges von Westsumatra finden auch zahlreiche Seebeben statt. Die Nordspitze von Sumatra ist ebenfalls reich an Erdbeben; mit Abnahme an Häufigkeit, bis zu etwa 60 qkm, folgen die Gebiete Padang und Benkulen, noch schwächer zeigen sich die Erdbeben in der Residentschaft Lampongs (Palempang im Südosten Sumatras) und die ganze Ostküste der Insel. Menado, der nordöstliche Teil von Celebes, steht an Häufigkeit der Erdbeben noch über Westjava. Auf Java ist der westliche Teil, gleich Sumatra, erdbebenreicher als der östliche. Die Molukken: Ceram, Buro, Amboina, Banda, Diilolo, Makian, Batschan, die Insel Timor und die Südspitze von Celebes haben annähernd gleiche Frequenz, 60—70 qkm; noch schwächer zeigen sich Bali, Sumbawa, Flores, Adinara, und Madura nächst der Nordküste von Java. Dann kommen die Inseln Wetter, Rotti, Dame, Larat, Key und Aru, ferner Rio, Banka und Billiton bei Sumatra, die Insel Borneo, die Eilande Sangir, Tulour nördlich von Diilolo und Celebes, die Südspitze von Malakka und zuletzt Neu-Guinea; doch ist von der Erdbebenfrequenz aller dieser letztgenannten Erdteile noch äufserst wenig bekannt, und spätere Untersuchungen werden hierüber wahrscheinlich ein ganz anderes Bild zu liefern vermögen.

Das Spektrum von Atair ist in jüngster Zeit von Professor H. C. Vogel zum Gegenstand einer genauen Untersuchung[1]) gemacht worden, zu der sowohl die bereits im Jahre 1889 von Scheiner entdeckte Eigentümlichkeit dieses Spektrums, als auch eine von Deslandres auf Grund seiner photographischen Aufnahmen behauptete Veränderlichkeit der Bewegung in der Gesichtslinie die Anregung gegeben haben. — Der Stern Atair (oder α Aquilae) gehört zum ersten Spektraltypus, nimmt jedoch insofern eine interessante Ausnahmestellung ein, als neben den breiten Wasserstofflinien sehr matte, etwas verwaschene Absorptionsbänder zu erkennen sind, deren Lage mit gewissen Liniengruppen der Spektra vom zweiten Typus übereinstimmt. Scheiner hatte dementsprechend zwei Möglichkeiten für das Zustandekommen dieses Spektrums statuiert: entweder befindet sich der Stern im Über-

[1]) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Sitzung vom 17. November 1898.

gang aus dem dem ersten Typus entsprechenden Entwicklungsstadium zu demjenigen der Sonnensterne, oder das Spektrum ist ein zusammengesetztes, durch die vereinigte Lichtwirkung zweier dicht bei einander stehender Sterne mit verschiedenen Spektren erzeugtes. Im letzteren Falle müfste nun eine Bahnbewegung erwartet werden, die sich durch Schwankungen der spektroskopisch zu bestimmenden Geschwindigkeit in der Gesichtslinie verraten könnte. Deslandres meint nun in der That derartige Schwankungen gefunden zu haben, da der nach seinen Aufnahmen ermittelte Betrag der Linienverschiebung Geschwindigkeitswerten entspricht, die von 37 km im Sinne einer Annäherung bis 11 km im Sinne zunehmender Entfernung variieren. Da jedoch eine regelmäfsige Periode in diesen Veränderungen nicht zu erkennen ist, glaubt der Pariser Astronom sich zu der Annahme berechtigt, der Stern müsse mindestens ein dreifacher sein, sodafs seine Bewegung in komplizierteren Kurven sich vollziehe. An die Möglichkeit, dafs die gefundenen, regellosen Schwankungen auch durch gröfsere Ungenauigkeit der Bestimmungen bedingt sein könnten, scheint Deslandres selbst nicht gedacht zu haben. Umsomehr hielt H. C. Vogel die letztere Annahme für die einfachste Lösung des Rätsels. Er liefs daher während der Jahre 1896 und 1897 im ganzen 29 Aufnahmen des Spektrums von α Aquilae am Potsdamer Spektographen herstellen, um volles Licht in die schwebende Frage zu bringen. Es zeigte sich nun, dafs sichere Anzeichen einer Geschwindigkeitsschwankung in der That nicht vorhanden sind, da sich Werte ergaben, die nur zwischen 26 und 40 km Annäherung in ganz unregelmäfsiger Weise hin und her schwanken und einen mittleren Wert von — 32,9 ± 0,3 km ergeben. Eine erneute Ausmessung der bereits im Jahre 1888 von Scheiner aufgenommenen Platten gab in Verbindung mit den damals gemessenen Werten für 1888 die Geschwindigkeit: — 36,1 ± 0,7 km, sodafs eine reelle Änderung auch daraus kaum vermutet werden kann.

Was nun die Erklärung der eigenartigen, matten Absorptionsbänder im Atair-Spektrum betrifft, so macht Vogel zunächst mehrere Umstände geltend, die es unwahrscheinlich erscheinen lassen, dafs hier eine Superposition zweier Spektra vorliege. Dagegen ist es gelungen, durch unscharfe Einstellung der Platte Aufnahmen des Sonnenspektrums zu erlangen, deren Aussehen infolge des Zuzammenfliefsens eng stehender Linien dem des Atairspektrums ähnelt. Da jedoch die im Sonnenspektrum sehr intensive und überhaupt für Sterne vom zweiten Typus charakteristische Liniengruppe G im Spektrum von α Aquilae kaum angedeutet ist, so mufs das letztere entschieden noch

zum ersten Typus (Unterklasse Ia, 3) gerechnet werden. Was also aus der eben erwähnten Ähnlichkeit mit dem unscharfen Sonnenspektrum gefolgert werden kann, ist nur die Möglichkeit, die verwaschenen Bänder des Atairspektrums durch das Zusammenfliefsen verbreiterter, benachbarter Linien zu erklären. Vogel neigt stark zu der Ansicht, dafs diese Verbreiterung der Linien im vorliegenden Falle die Wirkung einer schnellen Rotation des Sterns sei. Bekanntlich mufs eine schnelle Rotation das Licht der sich nach uns zu drehenden Sternhälfte derart beeinflussen, dafs die Linien nach Violett verschoben erscheinen, während für die andere Hälfte der sichtbaren Sternoberfläche in nach dem Rande zu steigendem Mafse eine entgegengesetzte Verschiebung eintreten wird. Da uns nun ein Fixstern wie ein Punkt erscheint, wir also nur das Mischlicht wahrnehmen, das von allen möglichen Teilen seiner Scheibe zugleich herstammt, so können bei schneller Rotation thatsächlich verwachsene Verbreiterungen von Linien nach dem Dopplerschen Prinzip zustande kommen, wie Abney schon 1877 hervorgehoben hat. Bei Atair müfste bei dieser Annahme ein Äquatorpunkt eine Rotationsgeschwindigkeit von 27 km besitzen, was im Vergleich mit der Sonne allerdings aufserordentlich viel (etwa das dreizehnfache) wäre, aber andererseits doch nur eine doppelt so grofse Geschwindigkeit ist, als wir sie bei Jupiter als thatsächlich vorhanden kennen. Die Erklärung der Absorptionsbänder von α Aquilae durch die Rotation des Sternes kann demnach nicht als unwahrscheinlich bezeichnet werden, wenn Atair auch der erste Fixstern sein würde, bei dem eine solche spektroskopische Rotationswirkung hervortritt. F. Kbr.

Bibliographisches

Dr. F. Schulze: Nautik. (Sammlung Göschen). Mit 56 Abbildungen. Leipzig 1898, G. J. Göschen. Preis geb. 0,80 M.

Eine zweckdienliche, kurze Einführung in die wichtigsten Aufgaben des Seefahrers giebt im vorliegenden Büchlein der Direktor der Lübecker Navigationsschule. Im allgemeinen sind die Erläuterungen leicht verständlich und daher jedem, der sich für Schiffahrt interessiert oder vielleicht selbst einmal eine Seereise mitmacht, bestens zu empfehlen. Etwas unklar ist der Gebrauch

des Parallellineals durch Figur 31 und den dazu gehörigen Text dargestellt. Für den schulmäfsig vorgebildeten Leser wird das Verfolgen der kleinen Beispielsrechnungen durch den der Praxis entlehnten Gebrauch der Kompafsstriche erheblich erschwert, ja es mutet die Bezeichnung NNO$^3/_8$O statt 207° Azimuth geradezu mittelalterlich an. Es wäre unseres Erachtens eine schöne Aufgabe der Navigationsschulen, die viel leichtere und einfachere Gradeinteilung in die praktische Nautik endlich mit aller Energie einzuführen, da das Festhalten an den Kompafsstrichen doch nur dem Gesetz der Trägheit zuzuschreiben ist. Konnte man zu Lande neue Mafse und Gewichte einführen, dann mufs auch der Nautiker schliefslich einer zweckmäfsigen Neuerung sich unterzuordnen im stande sein,

Dr. med. R. Neuhaufs: Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren. Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp, 1898. Preis 3 M.

Über die vom theoretischen Gesichtspunkte aus höchst bedeutungsvollen Erfolge, welche Lippmann in der farbigen Photographie durch die Benutzung eines Quecksilberspiegels hinter der lichtempfindlichen Schicht erreicht hat, ist in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet worden. Die betreffenden farbigen Platten bilden seit einigen Jahren in jeder photographischen Ausstellung Objekte von besonderem Interesse und reizen den Liebhaberphotographen mächtig zu eigenen Versuchen nach dieser Richtung hin. In Deutschland ist der Verfasser vorliegender Schrift anerkanntermafsen bei diesen Versuchen zu den besten Resultaten gelangt; aber nach wie vielen, die Geduld im höchsten Grade auf die Probe stellenden Fehlversuchen, erfahren wir aus seiner wertvollen Publikation. Jedem, der auf dem gleichen Gebiet arbeiten will, werden die auf mehrjähriger Erfahrung beruhenden Ratschläge und genauen Anweisungen, die das Büchlein bietet, vom höchsten Nutzen sein. Dasselbe hat aber neben seinem praktischen einen hohen wissenschaftlichen Wert, da es über den Herrn Neuhaufs gelungenen Nachweis der die Farben durch Interferenz hervorrufenden Silberkorn-Lamellen berichtet. Zwar hatte Wiener schon vor mehreren Jahren die Existenz stehender Lichtwellen im Sinne der von Zenker bereits 1868 entwickelten Theorie aufser Zweifel gestellt, aber der Nachweis, dafs es sich bei dem Lippmannschen Verfahren thatsächlich um die durch stehende Lichtwellen in der empfindlichen Schicht hervorgerufene Lamellenbildung handelt, fehlte bisher. Herrn Dr. Neuhaufs ist es jedoch nach langen, mühevollen Versuchen unter besonders günstigen Umständen geglückt, in feinsten Querschnitten durch den roten Teil einer Spektralaufnahme die Lamellen auf mikro-photographischem Wege festzustellen, und zwar in Abständen, welche mit der theoretischen Voraussage aufs schönste zusammenstimmen. Die der vorliegenden Schrift beigegebene Lichtdrucktafel reproduziert eine der zahlreichen Neuhaufsschen Aufnahmen und läfst erkennen, dafs die Lamellenbildung durchaus nicht die ganze Dicke der Schicht durchsetzt, sondern nur in der dem Quecksilberspiegel zugewendeten Hälfte deutlich vorhanden ist.

Meyers Konversations-Lexikon. 5. Auflage. 18. Band: Ergänzungen und Nachträge; Register. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1898. Preis 10 M.

Die während des Erscheinens der fünften Auflage notwendig gewordenen Ergänzungen und Nachträge füllen einen stattlichen Band von fast 1000 Seiten. Dabei sind die Fortschritte der Technik in vollständigster Weise berücksichtigt, so dafs wir über neuere Dampfmaschinen, ferner die schnell berühmt gewordenen Diesel-Motoren, über neuere Fernsprecher, den elektrischen Betrieb beim Bergbau u. s. w. an der Hand trefflicher Abbildungen unterrichtet werden. Von

naturwissenschaftlichen Artikeln ist z. B. derjenige über den immer gröfsere Bedeutung gewinnenden Kalisalz-Bergbau hervorzuheben, ferner der Artikel über Höhlen. Meisterhaft gelungen sind die Buntdrucktafeln „Wolkenformen", „Tropenwald", „Mitternachtssonne" und „Luftspiegelung in der Wüste". — Auch das ausführliche Register solcher Worte, denen zwar keine selbständigen Artikel des Werkes gewidmet sind, die aber bei Artikeln unter anderer Überschrift ihre Erklärung finden, wird den Besitzern des „neuesten Meyer" den vorliegenden Ergänzungsband unentbehrlich machen. F. Kbr.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für Februar und März.

Der Sternhimmel. Während Februar und März ist der Anblick des Himmels um Mitternacht folgender: Zur Kulmination gelangen vornehmlich die Sternbilder des grofsen und kleinen Löwen, der Sextant und grofse Bär; in westlicher Richtung stehen der Luchs, die Zwillinge und Fuhrmann. Sirius, Procyon und die Zwillinge haben ihre Kulmination um 9 h resp. 7 h abends erreicht. Nahe dem Untergange steht Orion, bald folgt (um 2 h morg. resp. nach Mitternacht) auch der Stier, Sirius um 1/2 2 h morg. resp. 1/2 12 h abends, Procyon zwischen 3 und 5 h morgens, die Zwillinge gehen erst um 6 h morgens unter. Um Mitternacht verschwindet auch der Widder, nachdem Walfisch schon früher untergegangen. Im Aufgange befinden sich um Mitternacht die Wage, (α Librae geht um 1/2 1 h morg. resp. 1/2 11 h abends auf) Herkules und Ophiuchus. Bootes hat schon eine höhere Stellung erreicht (1/2 9 h resp. 7 h abends Aufgang, zwischen 3—5 h morg. Kulmination). Jungfrau geht um 3/4 11 h abends resp. vor 9 h auf und kulminiert 2 h—4 h morg. In den Morgenstunden bemerkt man den Aufgang von Adler, Schwan, Pegasus und Skorpion (Antares zwischen 4 und 2 h morg.) Folgende Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtsstunde:

			AR. h	m	D. °	'
1. Februar	ε Hydrae	(3. Gr.)	8	41	+ 6	47
8. „	38 Lyncis	(4. Gr.)	9	13	+37	14
15. „	ε Leonis	(3. Gr.)	9	40	+24	14
22. „	α „	(1. Gr.)	10	3	+12	28
1. März	33 Sextant.	(6. Gr.)	10	36	— 1	13
8. „	δ Leonis	(2. Gr.)	11	8	+21	4
15. „	υ „	(4. Gr.)	11	32	— 0	16
22. „	ο Virginis	(4. Gr.)	12	0	+ 9	18
29. „	β Corvi	(2. Gr.)	12	29	—22	50

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind:

Stern	Variabilität	bis	Gröfse
R Canis minor.	7.	10.	
R Leonis	5.	10.	
χ Virgnis	7.	10.	
U „	8.	12.	
S „	6.	12.	
S Coronae	6.	12.	
T „	2.	9.	

Von Nebeln sind besonders bemerkenswert der grofse im Bootes bei AR 14h, D + 35°, einige Nebel von 2 bis 8 Minuten Länge im nördlichen Teile der Jungfrau, sowie mehrere im Löwen östlich vom Regulus.

Die Planeten. Merkur ist im Februar nur kurze Zeit vor Sonnenuntergang, in der zweiten Hälfte März nach Sonnenuntergang sichtbar. — Venus geht gegen 5h morgens auf und steht am Osthimmel. Sie bewegt sich mit zunehmender Schnelligkeit vom Ophiuchus durch die nördlichen Teile des Schützen und Steinbock und gelangt bis in den Wassermann. — Mars geht am Tage auf und ist bis zum Morgen (Ende März bis $\frac{1}{2}4$h) sichtbar. Er gelangt mit seiner Bewegung vom Krebs in die Zwillinge und kehrt dort, Ende Februar etwa unterhalb von Pollux, um. — Jupiter wird bald nach Mitternacht sichtbar, Anfang März schon nach 11h abends (Ende März nach 9h abends). Er steht unweit Spica (am rechten Fufse der Jungfrau) an der Grenze der Wage und kehrt gegen Ende Februar in diesem Sternbilde um. — Saturn am Morgenhimmel, geht Anfang Februar vor 5h morg. auf, Ende März schon um 1h, und steht im südlichen Teile des Ophiuchus. — Uranus, nach 3h am Frühhimmel (Ende März schon vor Mitternacht) steht im Skorpion und zwar im Februar-März fast senkrecht über Antares (1. Gr.), etwa $4\frac{1}{2}$ Grad nördlich von diesem Sterne. — Neptun bis 5h morgens, Ende März bis 1h morgens sichtbar, befindet sich kaum mehr als ein Grad nordwestlich von ζ Tauri (3.3. Gr.)

Sternbedeckungen sind für Berlin während Februar-März nicht zu melden. (Die am 8. März stattfindende Venusbedeckung durch den Mond ist in Berlin nicht sichtbar).

Mond. Berliner Zeit.

Letztes Viert.	am	3. Februar	Aufgang	0h	53m	morg.,	Unterg.	9h	42h	morg.
Neumond	„	10. „		—				—		
Erstes Viert.	„	17. „	„	9	41	vorm.,	„	1	45	morg.
Vollmond	„	25. „	„	5	50	abends,	„	6	40	„
Letztes Viert.	„	5. März	„	1	13	morg.,	„	8	53	vorm.
Neumond	„	11. „		—				—		
Erstes Viert.	„	19. „	„	10	0	vorm.,	„	2	35	morg.
Vollmond	„	27. „	„	7	12	abends,	„	5	34	„

Erdnähen: 9. Febr., 9. März; Erdfernen: 22. Febr., 21. März.

Sonne.

	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag	Zeitgleichung	Sonnenaufg. f. Berlin	Sonnenunterg. f. Berlin
1. Februar	20h 45m 45.3s	+ 13m 48s	7h 44m	4h 44m
8. „	21 13 21.2	+ 14 24	7 32	4 57
15. „	21 40 57.0	+ 14 21	7 19	5 11
22. „	22 8 32.9	+ 13 42	7 5	5 24
1. März	22 36 8.8	+ 12 32	6 49	5 37
8. „	23 3 44.7	+ 10 58	6 33	5 50
15. „	23 31 20.5	+ 9 6	6 17	6 2
22. „	26 58 56.4	+ 7 2	6 1	6 14
29. „	0 26 32.3	+ 4 43	5 44	6 27

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Fig. 6. **Rohrpalmen.**



Fig. 7. **Baumfarne.**

**Vegetationsbilder aus dem
Botanischen Garten in Buitenzorg auf Java.**

Himmel und Erde

Der Botanische Garten zu Buitenzorg auf Java.

Von Prof. Dr. A. Zimmermann in Buitenzorg.

Von den Botanischen Gärten der Tropen nimmt derjenige zu Buitenzorg, dem javanischen Sanssouci, eine ganz hervorragende Stellung ein. Mögen auch vielleicht einige andere Tropengärten an Ausdehnung, Zahl der kultivierten Pflanzen und landschaftlicher Schönheit mit demselben rivalisieren können, so hat doch sicher keiner von ihnen für die wissenschaftliche Botanik eine solche Bedeutung erlangt, als der Buitenzorger Garten mit seinen wertvollen Sammlungen und trefflich eingerichteten Laboratorien, an denen eine grofse Reihe von wissenschaftlich gebildeten Beamten thätig ist. Mit grofser Liberalität haben hier ferner zahlreiche Gelehrte fast aller civilisierten Nationen — darunter auch eine grofse Anzahl deutscher Naturforscher — eine freundliche Aufnahme gefunden und in den verschiedensten Gebieten der botanischen Wissenschaft wertvolle Untersuchungen angestellt oder Material zur gründlichen Durcharbeitung von hier in die Heimat mitgenommen. Zweifellos würde auch die Zahl dieser Gelehrten noch viel gröfser sein, wenn nicht die lange und natürlich auch ziemlich kostspielige Reise manchen von einem solchen Besuche abhielte. Der Mehrzahl der bisherigen Besucher wurde denn auch nur durch Unterstützungen von ihrer Regierung oder von Akademien oder anderen gelehrten Gesellschaften die Reise in die Tropen möglich gemacht, und es ist gewifs im Interesse der botanischen Forschung mit Freuden zu begrüfsen, dafs sich in den letzten Jahren verschiedene Regierungen dazu entschlossen haben, regelmäfsig derartige Unterstützungen zu gewähren.

Aufser für den Botaniker von Fach bietet der hiesige Garten aber auch für den Laien so viel Interessantes und Schönes, dafs derselbe für jeden Javareisenden einen Hauptanziehungspunkt bildet,

und auch die Zahl der Besucher desselben von Jahr zu Jahr immer mehr zunimmt. So dürfte denn auch für die Leser dieser Zeitschrift eine kurze Beschreibung dieses „botanischen Paradieses", wie man den Buitenzorger Garten mit Recht genannt hat, nicht ohne Interesse sein.

Bevor wir nun aber den Garten in seiner jetzigen Gestalt betrachten, wollen wir einige Worte über die historische Entwickelung desselben vorausschicken. Eine eingehendere Schilderung dieses Gegenstandes wurde in der bei Gelegenheit seines 75jährigen Bestehens herausgegebenen Festschrift von dem derzeitigen Direktor des Gartens, Dr. M. Treub, veröffentlicht. Nach dieser wurde der Buitenzorger Garten im Jahre 1817 auf Antrag des als Direktor der landwirtschaftlichen Angelegenheiten angestellten Naturforschers C. G. L. Reinwardt gegründet und stand auch während der ersten 5 Jahre unter Administration desselben. Von 1822—1826 war dann C. L. Blume als selbständiger Direktor mit der Leitung des Gartens betraut. Unter diesen beiden Gelehrten, die übrigens beide deutscher Abkunft waren, hat sich der Garten schnell entfaltet und berechtigte in jeder Beziehung zu den besten Hoffnungen. Als aber Blume 1826 gesundheitshalber die Tropen verlassen mufste, wurde die Direktorstelle am Garten zunächst aus Sparsamkeitsrücksichten nicht wieder besetzt, überhaupt wurde derselbe nun lange Zeit von der Regierung sehr stiefmütterlich behandelt. Fast 30 Jahre hat der Garten sogar beinahe ganz unter militärischer Leitung gestanden. Dies ist dadurch zu erklären, dafs das Terrain des Gartens unmittelbar an das Palais des Gouverneur-Generals, des höchsten Beamten von Niederländisch-Indien, grenzt, und dafs der mit der Verwaltung des Palais-Parkes betraute Intendant auch auf die Leitung des Botanischen Gartens immer mehr Einflufs gewann. Dafs dieser trotzdem seine wissenschaftliche Bedeutung nicht verlor, ist in erster Linie den rastlosen Bemühungen des im Jahre 1831 ernannten energischen Hortulanus J. E. Teysmann zu danken.

Dieser hat auch, angeregt durch den Botaniker J. K. Hasskarl, trotz mancher Einsprachen seitens der Palais-Intendantur eine streng wissenschaftliche, dem natürlichen Systeme sich anschliefsende Anordnung der verschiedenen Bäume und Sträucher in dem gesamten Garten durchgeführt, was selbstverständlich in dem bereits bepflanzten Areal das Fällen vieler an sich schöner Bäume notwendig machte und zunächst manche die landschaftliche Schönheit störende Lücke entstehen liefs. Dem energischen Vorgehen von Teysmann ist es aber

zu danken, dafs die systematische Anordnung nun im ganzen Garten streng durchgeführt ist, wodurch natürlich die Orientierung in demselben, das Auffinden der einzelnen Arten und die Vergleichung der nahe verwandten ungeheuer erleichtert wird.

Auch in vielen anderen Beziehungen hat sich Teysmann grofse Verdienste um den Garten erworben. Seinen Bemühungen ist es in erster Linie zu danken, dafs derselbe im Jahre 1868 seine administrative und finanzielle Selbständigkeit zurückerhielt, indem wieder ein selbständiger Direktor an die Spitze desselben gestellt wurde. Als solcher fungierte in den Jahren 1868—1880 R. H. C. C. Scheffer, der mit rastlosem Eifer an der weiteren Entwickelung des Gartens gearbeitet hat und denselben speziell auch für tropischen Landbau nutzbringend zu machen suchte. Auf seine Anregung wurde der besonders für die Kultur tropischer Nutzpflanzen bestimmte Kulturgarten zu Tjikeumen gegründet und in Verbindung damit eine Landbauschule für holländische Beamte und junge Inländer. Daneben suchte Scheffer aber auch die rein wissenschaftliche Bedeutung des Gartens zu heben. Als eigentliches Organ für die wissenschaftlichen Arbeiten desselben wurden von ihm die „Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg“ gegründet.

Nach dem frühen Tode Scheffers im Jahre 1880 wurde M. Treub zum Direktor des Gartens ernannt, der noch jetzt dieses Amt bekleidet. Eine wie bedeutende Ausdehnung der Garten unter seiner Direktion erhalten hat, dürfte am besten aus einer kurzen Aufzählung der verschiedenen Abteilungen, in die der noch immer als „'s Lands-Plantentuin“ bezeichnete Komplex gegliedert ist, hervorgehen:

1. Herbarium und botanisches Museum.

2. Botanische Laboratorien. Zu denselben gehört auch das Fremden-Laboratorium, das für zeitweilig hier arbeitende Gelehrte bestimmt ist. In den Jahren 1883—98 haben in demselben nicht weniger als 63 Forscher — darunter 27 Deutsche — gearbeitet. Aufserdem befindet sich in dieser Abteilung ein speziell für die Untersuchung der Tabak-Fermentation eingerichtetes Laboratorium.

3. Kulturgarten mit Laboratorium. Der erstere besitzt eine Ausdehnung von ca. 72 ha. In dem Laboratorium sind aufser dem Chef zwei Assistenten speziell mit Untersuchungen im Interesse der Thee- und Kaffeekultur beschäftigt.

4. Pharmakologisches Laboratorium.

5. Botanischer Garten und Gebirgsgarten. Der erstere

besitzt eine Ausdehnung von etwas mehr als 58 ha. Der am vulkanischen Gedé gelegene Gebirgsgarten besteht aus dem eigentlichen Gartenterrain, das ca. 1400 m oberhalb des Meeresspiegels gelegen und ca. 31 ha grofs ist, und aus ca. 280 ha Urwald, der sich am Gedé bis zu einer Höhe von beinahe 1900 m hinauf erstreckt.

6. Bureau, Bibliothek und photographisches Atelier. Das letztere ist auch mit den für Zinkographie und Autotypie nötigen Apparaten ausgestattet.

7. Abteilung für Untersuchung der Forstgewächse Javas.

8. Laboratorium für Untersuchungen über Deli-Tabak.

9. Versuchsstation für Kaffeekultur.

10. Abteilung für landwirthschaftlich-zoologische Untersuchungen.

Das an diesen verschiedenen Abteilungen beschäftigte Personal besteht aus ca. 27 gröfstenteils promovierten Europäern und über 200 Inländern. Unter den letzteren nimmt der Mandri Udam nicht nur durch sein hohes Alter von annähernd 70 Jahren, sondern auch durch seine sehr ausgedehnte Pflanzenkenntnis eine hervorragende Stellung ein. Auf seiner Brust trägt er mit Stolz die beiden ihm von der holländischen Regierung verliehenen Orden.

Neben ihm ragt der Obermandur des Gartens, Suin, hervor, der zugleich über die in einem eigenen Kampong (= Dorf) zusammenwohnenden inländischen Gartenarbeiter die oberste Polizeigewalt ausübt und als Zeichen dieser Würde ein grofses, silbernes Gürtelschild und eine mit breitem Silberrand versehene Mütze trägt.

Neben dem Obermandur spielt der Zeichner Chromoardjo, der nicht nur vortreffliche Zeichnungen anzufertigen versteht, sondern auch die Kunst des Lithographierens in Europa erlernt hat, eine hervorragende Rolle unter den Beamten. Schliefslich verdient der Mandur Pa. Idam noch eine besondere Erwähnung, der schon manchem der hier weilenden Gelehrten auf seinen botanischen Streifzügen in der Umgegend als Führer gedient hat und sich hierbei durch die Gewandtheit, mit der er als Reisemarschall für Beschaffung von Speise, Trank und Unterkunft sorgte, die gröfste Anerkennung erworben hat.

Bezüglich der grofsen Zahl der aus dem Garten hervorgegangenen Publikationen sei noch erwähnt, dafs von den, wie bereits hervorgehoben wurde, von Scheffer gegründeten „Annales du jardin bot. de Buitenzorg" bereits 15 Bände vorliegen, die neben den Untersuchungen der Beamten des Gartens auch zahlreiche Beiträge von auswärtigen

Gelehrten, die hier im Fremdenlaboratorium thätig waren, enthalten. Die mehr praktische Fragen behandelnden gröfseren Arbeiten sind in den „Mededeelingen uit's Lands Plantentuin", von denen bereits 27 Nummern erschienen sind, veröffentlicht, während zahlreiche kleinere Mitteilungen praktischen Inhalts in der von zwei Beamten des Gartens redigierten Zeitschrift „Teysmannia" enthalten sind. Eine Übersicht über die gesamte Thätigkeit des Gartens giebt der jährlich erscheinende „Verlag", in dem auch die Resultate verschiedener kleinerer Untersuchungen veröffentlicht werden. In diesem Jahre er-



Fig. 1. **Eingang zum Garten mit Bambusgruppen.**

schien ferner die erste Lieferung der Icones Bogorienses*), in der Abbildungen und kurze Beschreibungen von neuen oder wenig bekannten Gewächsen von Niederländisch Indien publiziert werden sollen. Die dieser Lieferung beigegebenen lithographischen Tafeln sind von dem bereits erwähnten Inländer Chromoardjo hergestellt. Schliefslich sei noch erwähnt, dafs auch bereits die Bearbeitung einer grofsen Flora von Buitenzorg begonnen wurde. Im Druck sind davon allerdings bisher nur die Farne und Myxomyceten erschienen.

Bei der Beschreibung des eigentlichen botanischen Gartens, zu

*) Bogoriensis ist gebildet von Bogor, der malaiischen Bezeichnung für Buitenzorg.

der wir nunmehr übergehen, wollen wir uns auf eine Anzahl lose aneinander gereihter Skizzen beschränken. Ich hoffe aber, dafs diese im Verband mit den beigegebenen Abbildungen auch dem mit der tropischen Flora weniger Vertrauten einen gewissen Einblick in die Reichhaltigkeit und Schönheit des Buitenzorger Hortus botanicus gewähren werden.

Als erstes Bild (Fig. 1) wähle ich die beiden unmittelbar hinter dem westlichen Eingange gelegenen prächtigen Bambussträucher (Gigantochloa aspera und G. robusta), die mit ihren schöngebogenen, feinbeblätterten Stämmen von beiden Seiten aus zu einer natürlichen Eingangspforte zusammenneigen. Diese schlanken Stämme wachsen mit grofser Geschwindigkeit aus dem Boden hervor; wird doch bei denselben eine Längenzunahme von 30 cm innerhalb eines Tages nachgewiesen. Trotzdem besitzen sie in ausgewachsenem Zustande eine ganz erstaunliche Festigkeit, durch die sie zu der verschiedenartigsten Verwendung befähigt werden. So spielen dieselben vor allem bei dem Bau der tropischen Wohnungen und Brücken eine hervorragende Rolle.

Eine solche, ausschliefslich aus Bambusstämmen aufgebaute Brücke, die trotz ihrer leichten Bauart doch eine grofse Tragfähigkeit besitzt, stellt eine der beiden Verbindungen her, welche zwischen den beiden durch den Tjiliwong getrennten Teilen des Gartens bestehen. Die Brücke erhebt sich hoch über den Wasserspiegel; es hat dies darin seinen Grund, dafs der Tjiliwong keineswegs immer wasserarm ist, dafs er vielmehr nach den in Buitenzorg gerade besonders häufigen Regengüssen zeitweise zu einem mächtigen Strome anschwillt.

Da die Bambuseen ferner, ebenso wie die meisten unserer einheimischen Gräser, mit denen sie übrigens in die gleiche Familie gehören, hohle Stengel besitzen, die nur durch an den Knoten befindliche Querwände in zahlreiche, auch von aufsen erkennbare Glieder zerlegt werden, so lassen sich aus denselben sehr leicht die verschiedenartigsten Küchengeräte, Wassereimer, Trinkbecher u. dergl. verfertigen. Auch Matten, Musikinstrumente und vieles andere weifs der handfertige Malaie aus denselben herzustellen. In der That findet man denn auch über ganz Java zahlreiche, zum Teil sehr ausgedehnte Bambusgebüsche verbreitet, die mit ihrem schlanken Wuchs und dem frischen Grün ihrer zarten Blätter vielen sonst etwas eintönigen und kahlen Landschaften einen eigenartigen Reiz verleihen.

Im Innern eines solchen Bambusgebüsches befindet sich auch der für die auf Java beerdigten Gouverneur-Generale und deren

Familienangehörigen bestimmte Friedhof. Hier neigen die feinbelaubten Bambusstämme von allen Seiten her wie Trauerbäume über den Gräbern zusammen, und es dürfte wohl wenig Friedhöfe geben, bei denen die friedliche Grabesstille in ähnlicher Weise mit so einfachen Mitteln hervorgerufen wird, wie durch dieses den Friedhof von der Aufsenwelt abschliefsende Bambusdickicht.



Fig. 2. **Königspalmen-Allee.**

Ein solches Bambusdickicht bildet auch den Hintergrund auf unserem Bilde (Fig. 2), das zugleich die prächtige Königspalmenallee zeigt, die von der auf unserem ersten Bilde dargestellten Eingangspforte zum Palais des Gouverneur-Generals hinführt. Die Palmenart (Oreodoxa regia), aus der diese Allee besteht, wird in ihrer Heimat, dem tropischen Amerika, als „palma real" bezeichnet und macht

in der That mit ihrer majestätischen Blätterkrone einen sehr imponierenden Eindruck. Speziell befindet sich auch unsere Allee gerade jetzt in einem sehr günstigen Alter, während sie unzweifelhaft mit der Zeit mehr und mehr an Schönheit verlieren wird. Es hat



Fig. 3. Livistona-Allee.

dies darin seinen Grund, dafs bei den Palmen im Gegensatz zu den reich verzweigten Dicotylen-Bäumen, wie Linde, Eiche und Kastanie, die Entwickelung der einfachen Laubkrone mit dem Höhenwachstum des Baumes nicht gleichen Schritt hält. Nach Überschreitung einer gewissen Altersgrenze findet bei den Palmen sogar eher eine allmähliche Verkleinerung der Laubkrone statt. So kommt es, dafs bei den als Alleebäumen angepflanzten Palmen das Mifsverhältnis zwischen

der Höhe des Stammes und der Gröfse der Laubkrone die ästhetische Wirkung allmählich immer mehr beeinträchtigt. Ein Beispiel hierfür bietet die in Fig. 3 dargestellte Livistona-Allee, deren riesenhafte Stämme wie Mastbäume in die Lüfte ragen, so dafs man zu den verhältnismäfsig sehr winzigen Laubkronen hoch emporschauen mufs.



Fig. 4. Palmengruppe.

Diese Palmen besafsen bereits im Jahre 1890 eine Höhe von über 80 Fufs. In welchem Jahre sie gepflanzt wurden, konnte ich leider nicht mehr ermitteln; von der Königspalmenallee weifs man dagegen, dafs sie erst im Jahre 1887 angelegt wurde. In ca. 11 Jahren haben sich also diese Palmen zu so kräftigen Bäumen entwickelt. In der That ist auch das feuchtwarme Klima von Buitenzorg für das Wachstum der meisten Palmen ganz besonders günstig.

Werfen wir nochmals einen Blick auf unser Bild (Fig. 2), so können wir besonders an der vordersten Palme unterhalb der Blattkrone die kräftig entwickelten Blütenstände erblicken, die von einer Unzahl kleiner, dichtgedrängter Blüten, aus denen sich die etwa haselnufsgrofsen Früchte entwickeln, bedeckt sind. Eigenartig ist ferner noch bei den Königspalmen die Gestalt des Stammes, der an der Basis knollig entwickelt ist, dann allmählich dünner wird, nach oben hin aber wieder an Dicke zunimmt, um sich allmählich nach der Blattkrone zu nochmals zu verjüngen.



Fig. 5. **Palmengruppe mit Brücke über den Tjiliweg.**

Zwei bedeutend ältere Palmen sehen wir sodann in der in unserem Bilde (Fig. 4) dargestellten Palmengruppe, bei der sie auf der rechten und linken Seite alle Palmen überragen. Auf der linken Seite der Gruppe befinden sich aufserdem zwei Vertreter der Gattung Phönix, zu der auch die Dattelpalmen gehören. Von denselben besitzt namentlich die gröfsere, die von der dahinter stehenden Königspalme nur wenig an Grün übertroffen wird, eine prächtig entwickelte Blattkrone. Auf der rechten Seite fallen namentlich die dicht zusammenstehenden und feingefächerten Blätter einer Thrinax-Art auf.

Ähnlich wie die Dattelpalme zeichnet sich die Ölpalme (Elaeis guineensis) durch ihre langen, feingefiederten Blätter aus, die sie nach allen Seiten hin weit ausstreckt. Das aus dem Samen dieser hauptsäch-

lich in Afrika viel angebauten Palme gewonnene „Palmöl“ wird in grofsen Mengen nach Europa importiert und findet namentlich als Schmieröl für Wagen und Maschinen eine sehr ausgedehnte Verwendung.

Unser Bild 4 dürfte aber ferner auch zur Genüge zeigen, dafs die Palmen keineswegs immer einen so eintönigen Eindruck machen, wie man dies besonders häufig von Europäern, die sich noch nicht lange in den Tropen aufhalten, hören kann. Dafs sich in dieser Hinsicht viele in ihren Erwartungen getäuscht sehen, kann man einigermafsen begreifen, wenn man z. B. auf einer langen Eisenbahnfahrt immer und immer wieder die völlig gleichgestalteten Kokospalmen erblickt, die auf Java fast jedes inländische Dorf, ja fast jede Wohnung umgeben. Im Buitenzorger Garten kann man sich aber sehr bald davon überzeugen, dafs die Palmen in der Gestalt ihrer oft riesenhaften Blätter und in ihrem ganzen Habitus eine sehr weitgehende Variation zeigen, und dafs namentlich die aus verschiedenartig gestalteten Arten zusammengesetzten Gruppen sehr wohl einen ästhetisch schönen und imponierenden Eindruck zu machen vermögen.

Einige schöne Palmengruppen findet man auch noch auf unserem fünften Bilde, das die zweite Brücke über den Tjiliweg darstellt (Fig. 5), die im Gegensatz zu der auf dem dritten Bilde dargestellten einen völlig europäischen Charakter besitzt. Namentlich fallen wohl die auf der rechten Seite unserer Figur befindlichen schlanken Stämme einer Oncosperma-Gruppe sofort in die Augen. Auf der linken Seite der Brücke sehen wir ferner zwei Exemplare von Cocos oleracea, deren Blätter erheblich länger sind und auch mehr steil aufwärts stehen als die der gewöhnlichen Kokospalme (Cocos nucifera).

Bevor wir die Palmen verlassen, wollen wir schliefslich noch eine besonders gestaltete Gattung derselben besprechen: die Kletter- oder Rottangpalmen, die zu der artenreichen Gattung Calamus gehören. Diese besitzen im Gegensatz zu den bisher betrachteten Palmen, die mit ihren zwar meist sehr schlanken, aber doch festen Stämmen stolz in die Lüfte ragen und Wind und Wetter Trotz bieten, einen sehr schwachen und biegsamen Stengel, so dafs sie nicht auf eigenen Füfsen zu stehen, sondern nur an geeigneten Stützen emporzuwachsen vermögen. Das Festhalten an diesen Stützen geschieht nun aber bei den Rottangpalmen nicht etwa wie bei den Erbsen oder Weinreben durch reizbare Ranken, auch nicht wie bei den Winden und Bohnen durch Umschlingen der Stütze, sondern dadurch, dafs die grofsen Blätter sich mit zahllosen Widerhaken an den Zweigen

und Blättern anderer Pflanzen festklammern (vergl. unser Bild Fig. 6 auf dem Titelblatt). Eine wie grofse Festigkeit diese nach allen Seiten hin ausgestreckten Fangarme besitzen, kann man am besten erfahren, wenn man es einmal versucht, in ein solches Rottanggebüsch einzudringen. Man wird dann sofort von allen Seiten her festgehalten und



Fig. 8. Pandanusgruppen.

kann sich nur mit Mühe wieder befreien. So kann man sich denn auch in der That sowohl im Buitenzorger Garten als auch im Urwalde davon überzeugen, dafs Rottangpalmen trotz ihrer relativ dünnen und biegsamen Stengel bis in die Spitzen der höchsten Bäume emporklimmen, um so die für ihre Entwickelung nötigen Bedingungen zu finden. Erwähnen will ich schliefslich noch, dafs die Rottangstengel nicht nur von den Inländern sehr geschätzt, sondern auch als „spanisches Rohr“ in grofsen Mengen nach Europa importiert werden.

Nächst den Palmen bilden die Baumfarne eine eigenartige, für die tropische Flora charakteristische Pflanzengruppe. Das Buitenzorger Klima ist aber für diese nicht sehr günstig, wenigstens gedeihen dieselben in etwas höheren Regionen erheblich besser, und



Fig. 9. **Kanarien-Allee.**

man findet auf Java namentlich in den ca. 3000 Fuſs hoch gelegenen Urwäldern häufig sehr prächtige Exemplare. Immerhin besitzt doch die auch sonst sehr sehenswerte Farnabteilung des Buitenzorger Gartens, wie unser Bild (Fig. 7, Titelblatt) zeigt, eine Reihe sehr kräftiger Baumfarne, die der Gattung Alsophila angehören.

Einen sehr eigenartigen Eindruck machen sodann die auf unserem Bilde (Fig. 8) dargestellten Pandanaceen. Aus dem Stamme

dieser Pflanzen brechen sehr zahlreiche Luftwurzeln hervor, die fast lotrecht nach unten wuchern, bis sie den Boden erreichen, in den sie alsbald eindringen. Nun wächst die Spitze aber nicht einfach in der gleichen Weise fort, sondern es bilden sich alsbald zahlreiche Nebenwurzeln, so dafs binnen kurzem ein normales Wurzelsystem entstanden ist. Die früheren Luftwurzeln haben dann einerseits die Aufgabe, der Pflanze die nötigen Nährstoffe zuzuführen, andererseits dienen sie aber auch für den in seinem unteren Teile stets sehr dünnen und später nicht mehr in die Dicke wachsenden Stengel als Stützen, auf denen die Pflanzen wie auf Stelzen ruhen, so dafs sie für ihren natürlichen Standort, den Meeresstrand, besonders günstig gestaltet erscheinen. Bei älteren Pandanaceen kommt es sogar nicht selten vor, dafs bei ihnen der untere Teil des Stengels allmählich vollständig verfault und abstirbt, so dafs dann die Pflanze nur von den zahlreichen Stützwurzeln getragen wird.

Einen besonderen Glanzpunkt des Buitenzorger Gartens bildet sodann die vor ca. 66 Jahren von dem verdienstvollen Teysmann gepflanzte Kanarienallee, die von dem südlichen Eingange des Gartens nach dem Palais des Gouverneur-Generals hinführt. Wie unser Bild (Fig. 9) zeigt, besitzen die Bäume dieser Allee, die zu der Gattung Canarium, der „Eiche der Tropen", gehören, bereits eine recht ansehnliche Höhe. Ich will in dieser Hinsicht nur bemerken, dafs bei einer im Jahre 1890 ausgeführten Messung der höchste, damals 58 Jahre alte Baum bereits eine Höhe von 124 Fufs besafs. Trotzdem sind diese Bäume noch mit prächtigen Laubkronen versehen, die von beiden Seiten her zu einem natürlichen Gewölbe zusammenschliefsen. Einen besonderen Reiz und zugleich einen typisch tropischen Charakter verleihen aber der Kanarienallee die zahlreichen verschiedenen Epiphyten, welche an den Stämmen derselben emporwachsen, dieselben ganz mit ihrem Blätterschmuck umhüllend und auch zwischen den einzelnen Bäumen grüne Guirlanden bildend. So sehen wir auf der linken Seite unseres Bildes an dem vordersten Baume eine Aroidee emporklimmen, die mit ihren grofsen, fein zerschlitzten Blättern den Stamm der Stützpflanze fast vollständig verdeckt. Aufser zahlreichen anderen Aroideen, die sehr verschiedenartig gestaltet sind und zum Teil auch buntgefärbte Blätter besitzen, findet man hier namentlich noch verschiedene Orchideen, Farne, Gnetaceen und Loganiaceen. Erwähnen will ich schliefslich noch eine Pandanacee (Freycinetia), deren grofse, leuchtend rote Blüten von den Fledermäusen bestäubt werden.

An dem nördlichen Ende der Kanarienallee befindet sich nun, wie bereits erwähnt wurde, das Palais des Gouverneur-Generals von Niederländisch-Indien. Zwischen dem Palaispark und dem botanischen Garten besteht eine kaum merkbare Grenze: nur die auf jeder Seite des Weges sichtbaren kleinen weifsen Tafeln zeigen durch ihre Auf-



Fig. 10. **Teil des grossen Teiches mit der Victoria Regia.**

schrift „verboden toegang" an, dafs hier das allgemein zugängliche Terrain aufhört.

Will man einen guten Überblick über das stattliche Palais gewinnen, so mufs man dasselbe von der entgegengesetzten Seite aus betrachten. Hier befindet sich vor demselben eine ausgedehnte Rasenfläche, die allmählich in einen grofsen Hirschpark übergeht. In

diesem halten sich mehrere hundert Hirsche auf, die sehr zahm sind und auch nicht selten bis dicht an das Palais herankommen.

Wer das Palais betrachtet, dem wird es auffallen, dafs dasselbe nur aus einem einzigen Stockwerke besteht und sich infolge dessen stark in die Breite ausdehnt. Die gleiche Bauart findet man aber auf Java fast allgemein. Sie wird in erster Linie durch den vulkanischen Boden, auf dem wir uns hier befinden, und durch die immer von Zeit zu Zeit wiederkehrenden Erdbeben veranlafst. Nur ganz ausnahmsweise findet man hier vierstöckige Häuser. An ganz besonders ge-



Fig. 11. **Insel im grossen Teich.**

fährdeten Plätzen, zu denen aber Buitenzorg nicht gehört, werden sogar massive Steinbauten ganz vermieden, und die Wände ausschliefslich aus den biegsamen Bambusstämmen und ähnlichem Material aufgebaut.

Ein hinter dem Palais sichtbar werdender stattlicher Berg ist der Salak, der bis zu seinem ca. 7000 Fufs hohen Gipfel von dichtem Urwald bedeckt ist und mit seinen Ausläufern fast bis an Buitenzorg heranreicht.

Kehren wir nun nach dem kleinen Abstecher aus dem botanischen Garten wieder auf die andere Seite des Palais zurück, so erblicken wir vor demselben einen grofsen Teich, der sich nach dem

Palais zu in zwei Arme gliedert, von denen der eine auf unserem Bilde (Fig. 10) dargestellt ist. Auf diesem fallen sofort die kolossalen Blätter der auf dem Amazonenstrom einheimischen Victoria regia auf, die mit ihren fast kreisrunden Flächen auf dem Wasser schwimmen, während der senkrecht nach oben stehende Rand und die tief

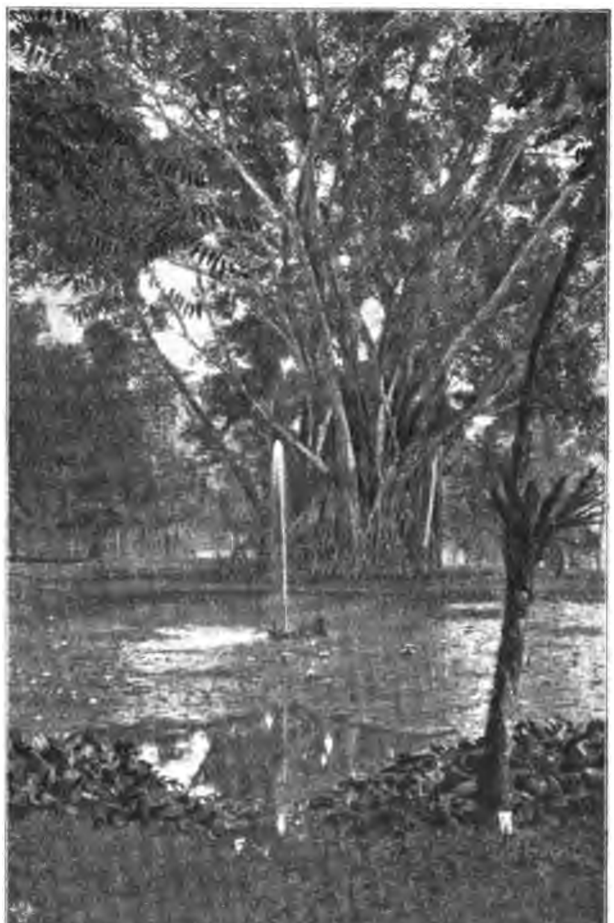


Fig. 12. **Kleiner Teich mit Gummibaum im Hintergrunde.**

in das Wasser hineinragenden Rippen dieselben vor mechanischen Verletzungen schützen. Bei genauem Hinsehen kann man auch eine Blüte erkennen, die mit denen unserer weifsen Teichrosen eine grofse Ähnlichkeit hat, aber bedeutend gröfser ist.

Am linken Ufer des Teiches sehen wir ferner die schlanken

Stämme einer Ravenala, die mit den Bananen oder Pisang in die Familie der Musaceen gehört, sich von diesen aber durch die eigenartige Anordnung der Blätter unterscheidet. Diese stehen nämlich bei der Ravenala sämtlich in einer Ebene und bilden einen riesenhaften Fächer, weshalb man sie auch wohl Fächerpalmen genannt hat, obwohl sie nicht zu den Palmen im botanischen Sinne gehören.

Auf der anderen Seite des Teiches sehen wir einen hohen Baum, der ganz von einer üppig wuchernden Schlingpflanze, der Thunbergia grandiflora bedeckt ist, die mit ihren zahllosen dünnen Zweigen eine dicht zusammenschliefsende, nur von den grofsen hellblauen Blüten unterbrochene grüne Wand bildet.

Einen der malerischsten Punkte des Gartens bildet nun aber ferner die mitten in dem grofsen Teiche gelegene kleine Insel, die in unserem Bilde Fig. 11 dargestellt ist. Leider ist die Photographie aber nicht im stande, die Farbenpracht dieser Insel, die derselben einen ganz besonderen Reiz verleiht, wiederzugeben. Selbst die auf derselben befindlichen schlanken Palmen, die zu der Gattung Cyrtostachys gehören, sind nicht einfach grün, sondern besitzen leuchtend rote Blattscheiden, die den oberen Teil des Stammes völlig verhüllen. Aufserdem haben wir hier noch buntblätterige Crotons, Acalyphen und andere Blattgewächse, dazwischen wieder Büsche von Duranta, die fast immer zahlreiche, kräftig hellviolette Blüten treiben und gelbe Früchte tragen. In der Mitte der Insel erhebt sich schliefslich eine mit zahlreichen Blüten übersäete Wand, die von der bereits auf dem vorigen Bilde angetroffenen Thunbergia gebildet wird.

Zum Schlusse wollen wir noch einen Blick auf den im Garten befindlichen kleinen Teich werfen, der auf allen Seiten von grofsen Bäumen eingefafst ist, so dafs es in der Umgebung desselben auch während der heifsen Mittagstunden relativ kühl ist, und dieser Platz zu den beliebtesten Teilen des Gartens gehört (Fig. 12.). Auf dem Wasserspiegel des Teiches sehen wir zahlreiche Nymphaeaceen mit weifs, rosa oder violett gefärbten Blüten.

Im Hintergrunde desselben erhebt sich ein grofser Waringinbaum, in dem wohl der Nichtbotaniker schwerlich den auch in Deutschland so vielfach kultivierten Gummibaum vermuten wird, und doch haben wir es hier mit einem riesenhaften Exemplare von Ficus elastica zu thun, dessen kolossales Laubdach allerdings auf unserem Bilde nur zum Teil sichtbar ist. Sehr gut zu erkennen sind aber auf demselben die zahllosen Luftwurzeln, welche von allen dickeren Zweigen herabhängen und sich, wenn sie den Boden erreicht haben,

sehr kräftig entwickeln können. Sie können dann, wie bei den bereits erwähnten Pandanaceen, zugleich zur Nährstoffaufnahme und als Stützorgane dienen. So ist denn auch bei unserem Baume der eigentliche Stamm gar nicht zu sehen, sondern ganz von einem Mantel zahlloser Wurzeln verdeckt.

Nachdem wir nunmehr das letzte unserer Bilder besprochen, ist es wohl nicht nötig, noch besonders hervorzuheben, dafs im Vorstehenden eine auch nur einigermafsen erschöpfende Beschreibung des Buitenzorger Gartens nicht enthalten ist. Vielmehr mufsten wir uns, dem zu Gebote stehenden Raume entsprechend, auf eine kurze Schilderung einiger der interessantesten und schönsten Punkte beschränken. Vielleicht dürften aber auch diese kursorischen Skizzen dazu beitragen, das Interesse für die tropische Pflanzenwelt zu vermehren. Möchten doch auch die Bemühungen, die in den letzten Jahren gemacht wurden, um in dem deutschen Kolonialgebiet botanische Gärten anzulegen, in nicht allzu ferner Zeit zu Resultaten führen, die hinter dem Hortus botanicus Bogoriensis, dem bisher einzig dastehenden Tropengarten, nicht allzu weit zurückstehen!

Nicolaus Coppernicus.

Von Professor **M. Curtze** in Thorn.

(Fortsetzung.)

II. Mannesjahre.

Von 1506—1512 finden wir Coppernicus in der Umgebung seines Oheims auf dem Schlosse zu Heilsberg. Am 7. Januar 1507 gewährte ihm das Domkapitel Urlaub von der Kathedrale, um dem Bischof persönlich als Arzt zu dienen, sowie eine Extrabesoldung von jährlich 15 Mark guter Münze für die Dauer desselben. Die Form des Beschlusses, speziell der Gebrauch des Präteritums bei Erwähnung der Inanspruchnahme seitens Watzelrodes, deuten auf eine bereits vorher vollzogene Übersiedelung nach Heilsberg hin. Während dieser Jahre finden wir die persönliche Anwesenheit des Domherrn in Kapitelsitzungen nur zweimal erwähnt: Am 3. April 1507 bei der Überweisung des Frauenburger Hospitals an die Antoniterbrüder und im Jahre 1511. Damals hatten Coppernicus und Fabian von Losainen als Visitatoren in Allenstein 238 Mark erhoben und nach ihrer Rückkehr ihrem Kollegen Balthasar Stockfisch übergeben. Bei dessen Abrechnung vor dem Kapitel sind beide zugegen. Trotzdem kann Coppernicus an andern ihn interessierenden Abstimmungen durch einen Vertreter leicht teilgenommen haben.

Sein nahes und bald sehr inniges Verhältnis zu dem bischöflichen Oheim, von Laurentius Corvinus mit dem des treuen Achates zu Aeneas verglichen, zwingt uns zu näherem Eingehen auf dessen Persönlichkeit und Politik. Ursprünglich war Lucas gegen den Willen des regierenden Königs Kasimir nur durch den Beistand der preufsischen Stände auf seinem Bischofstuhl erhalten worden. Unter den Nachfolgern, Johann Albert, Alexander und Sigismund I., hatte sich das Verhältnis gerade umgekehrt: der ermländische Bischof war ihr bester Freund und einer der ersten Grofsen der polnischen Krone geworden. Und das kam so. Ein integrieren-

der Teil der gegen Polen gerichteten Ordenspolitik war der Versuch, die nur schwach begründete kirchliche Oberhoheit des Metropolitans seiner Länder, des Rigaer Erzbischofs, auch über Ermland zu festigen, um dann mit dessen Hilfe entscheidenden Einflufs auf die inneren Angelegenheiten des Bistums zu gewinnen. Den auf seine Rechte eifersüchtigen und ehrgeizigen Bischof Lucas mufste ein solcher Eingriff zu Gegenschachzügen veranlassen. Daher sein Vorschlag, den Orden nach Podolien zu verpflanzen und ihn so der schwer errungenen Territorialhoheit zu berauben, daher sein späteres Streben nach der erzbischöflichen Mitra und damit nach völliger Unabhängigkeit, ja kirchlicher Herrschaft über Teile des Ordensgebietes. Trotz ihres Scheiterns zogen ihm diese Pläne den grimmigen Hafs der Ritter zu, der sich in mannigfachen Schmähungen äufserte. Mit der gleichzeitigen Verweigerung des dem Polenkönig geschuldeten Huldigungseides seitens des Hochmeisters Friedrich von Sachsen rückte die Gefahr eines Krieges in greifbare Nähe. Die exponierte Lage Ermlands zwang den Bischof so wie so, zwischen den mächtigeren Gegnern Partei zu nehmen; nun wurde er zu immer engerem Anschlufs an Polen gedrängt. Folgerichtig entstand auch bittere Feindschaft zwischen ihm und den auf ihre Grundrechte eifersüchtigen Ständen des westlichen Preufsens, deren Aufsässigkeit den Polenkönigen schwere Mühe gemacht hatte; um so bitterere Feindschaft, als diese doch Anspruch auf die Dankbarkeit des Bischofs zu haben glaubten. Das war die Lage, deren Schwierigkeiten und Widerwärtigkeiten Lucas zum herben finsteren Charakter, zum ἀγέλαστος gemacht, ja ihn in Gegensatz zu seinem eigenen Kapitel gebracht hatten, so dafs selbst die Neffen vor gelegentlichen Ausbrüchen seiner bösen Laune nicht sicher waren.

Diese weitschauende Politik und der gleichzeitige Vorsitz im Rate der preufsischen Stände nötigten den Bischof zu mannigfachen Reisen. Obwohl nur selten seines Neffen Anwesenheit während derselben ausdrücklich bezeugt wird, müssen wir diesen doch in seiner ärztlichen und Freundschaftsstellung zu Lucas als dessen steten Begleiter denken und in ihm überhaupt den nächsten Vertrauten von des Onkels Plänen erblicken. So sandte er ihn schon 1506 zur Marienburger Tagfahrt, in der es sich unter anderem um den Fortbesitz eines Gebietes seitens des Bistums oder seitens der Danziger handelte. Überhaupt mögen die kleinen Streitigkeiten auf diesen Tagfahrten bei dem Spröfsling des Thorner Patriziergeschlechtes heimatliches Interesse erregt haben. Gröfsere Gesichtspunkte fand man auf den polnischen Reichstagen. Die Reise zu ihnen bot mit ihren

Etappen Thorn und Krakau Gelegenheit zur Auffrischung früherer Beziehungen. Bezeugt ist des Bischofs Anwesenheit nur auf den Versammlungen zu Krakau 1508 und zu Petrikau 1509. Seine Teilnahme an diesem letzteren Reichstage benutzte Coppernicus zur Herausgabe seiner Übersetzung der Episteln des Theophylaktos Simokatta. Er übergab diese einzige während seines Lebens von ihm selbst veröffentlichte und seinem Oheim gewidmete Schrift dem berühmten Drucker Haller zu Krakau. Ob er die Mondfinsternis am 2. Juni dieses Jahres noch zu Krakau oder in Frauenburg beobachtete, ist nicht sicher festzustellen.

Inzwischen hatte mit dem Regierungsantritt Sigismunds I., zu dessen Krönungsfeier Onkel und Neffe bei Hofe erschienen waren (24. Januar 1507), wieder eine schärfere Tonart in den Verhandlungen zwischen Polen und dem Orden Platz gegriffen. Sigismund forderte energisch Erfüllung der Lehnspflicht, wogegen der Hochmeister Hilfe beim deutschen Kaiser suchte. Beiderseitige Kriegsvorbereitungen waren die Folge. Aber Tatarenkriege und innere Wirren im Polenreiche, sowie das Ausbleiben der deutschen Hilfe für den Orden machten die Gegner zu den unter des Kaisers Vermittelung stattfindenden Verhandlungen zu Posen geneigt (1510). Hauptsächlich den Treibereien des ermländischen Bischofs war die Ergebnislosigkeit derselben zuzuschreiben, für den Orden ein Grund mehr zum Hafs gegen ihn. Der Tod Friedrichs von Sachsen und die Wahl von Sigismunds Neffen, Albrecht von Brandenburg, zum Hochmeister änderten nichts an der Stellung beider Mächte. Allein erneute Tatarenkriege führten zu einem neuen Einigungsversuch. Als polnischer Unterhändler wurde unter andern auch Lucas Watzelrode nach dem Konferenzorte Thorn gesendet. Der merkwürdige, wohl nur dilatorisch gemeinte Vorschlag Sigismunds, an Albrechts Stelle ihn zum Hochmeister zu wählen, führte zu keinem Resultate. Kaum in seiner Diöcese angelangt, erhielt der Bischof eine Einladung zur Hochzeit des Königs, woran sich ein allgemeiner Reichstag schliefsen sollte. Am 15. Januar 1512 verliefs er Heilsberg in Begleitung seines Neffen und des Domherrn Georg von Delau. Noch zu Stuhm befanden sich beide um ihn, wie aus dem Bericht zweier Danziger Abgeordneten hervorgeht. Welche Gründe Coppernicus in Preufsen zurückgehalten haben, entzieht sich unserer Kenntnis; jedenfalls folgt seine spätere Abwesenheit aus der Angabe des Kanzlers Watzelrode, bei dem Tode seines Herren sei kein kundiger Arzt zugegen gewesen. Lucas war nach Krakau weiter gezogen und hatte bei

guter Gesundheit Hochzeit und Reichstag mitgemacht. Auf der Rückreise begann er zu kränkeln, in Łęczyc, zwei Tagereisen vor der preufsischen Grenze, nahm sein Befinden unerwartet eine bedrohliche Wendung; trotzdem fuhr er weiter. Todkrank langte er am 26. März zu Thorn an, um am 29. daselbst für immer die Augen zu schliefsen. Schon am 2. April wurde er zu Frauenburg beigesetzt. Mit dem Tode seines Wohlthäters hatte auch Coppernicus' Urlaub sein Ende erreicht. Anfang Juni wohnte er schon einer Allodienoption zu Frauenburg bei und beobachtete dann am 5. Juni eine Opposition des Mars mit der Sonne (De rev. V, 16).

Die Heilsberger Jahre hatten für ihn neben seiner Verwendung im vertrauten Dienste des Bischofs auch ruhige Tage ernster, früchtereicher Geistesarbeit gebracht. Hierher mag zunächst der Plan des Verstorbenen zählen, mit grofsen materiellen Opfern eine Universität zu Elbing zu gründen, ein Versuch, zu dem viele Anregungen von dem gelehrten Neffen gegeben sein mögen. Als eine Fortsetzung seiner hellenistischen Studien unter Urceus und Musurus erscheint die bei Gelegenheit des Petrikauer Reichstags schon erwähnte lateinische Übersetzung der Episteln des Theophylaktos Simokatta (630 n. Chr.). Mit einer Widmung an den Onkel und einem lateinischen Einführungsgedicht des Laurentius Corvinus erschien sie im Verlage des Krakauer Druckers Haller als erste selbständige Übersetzung aus dem Griechischen in diesem Teile Europas.[19]) Jahrhunderte verschollen, wurde sie erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts von Götze auf der Dresdener Königlichen öffentlichen Bibliothek wieder entdeckt. Seither ist ein zweites Exemplar in der Universitätsbibliothek zu Breslau aufgefunden worden. Sie blieb bis zu dem Todesjahre des Coppernicus' einzige durch den Druck veröffentlichte Schrift. Zu jener Zeit, in welcher die Bethätigung griechischer Kenntnisse von den herrschenden Scholastikern als beinahe ketzerisch perhorresziert wurde, erscheint ein solches Unternehmen als eine direkte Absage an diese. Kaum weniger als den damit bewiesenen Mut müssen wir die Überwindung der einer solchen Arbeit entgegenstehenden Schwierigkeiten hochschätzen. Ein Blick in das noch vorhandene, von Coppernicus mit Zusätzen versehene einzige Hilfsmittel dazu: Joh. Chrestonii Lexicon graeco-latinum, Mutinae 1499, jetzt zu Upsala, genügt, um uns die ganze Gröfse derselben

[19]) Man sehe darüber das erste Heft der „Mitteilungen des Coppernicus-Vereins" S. 35, die Prolegomena der Säcularausgabe der Revolutiones, Thorunii 1873 und die Reliquiae Copernicanae, Leipzig 1875.

klarzumachen. Bei so geringen Hilfsmitteln waren selbst mehr und gröbere Fehler zu entschuldigen, als die auftretenden. Auch die Wahl eines so unbedeutenden Schriftstellers läfst sich aus dem geringen Umfange der damals bekannten griechischen Litteratur und der Schwierigkeit ihrer Beschaffung erklären: der Übersetzer nahm eben mit dem vorlieb, was ihm ein Zufall entgegenbrachte. Den Theophylaktos hatte Coppernicus jedenfalls unter Urceos Leitung gelesen und erworben.

Aufser dieser, im Grunde nur unbedeutenden Übersetzung verdanken wir jedoch der Heilsberger Zurückgezogenheit Wichtigeres. In der Widmung seines Hauptwerkes „De revolutionibus orbium caelestium" an Papst Paul III. vom Jahre 1542 berichtet Coppernicus, er sei durch den Bischof Tiedemann Giese dazu gedrängt, endlich das Buch herauszugeben: „qui apud me pressus non in nonum annum solum, sed iam in quartum novennium latitasset". Demnach müssen wir die erste feste Gestaltung seiner umwälzenden Ideen, die Entstehung der Grundzüge des Coppernicanischen Weltsystems, wie schon Gassendi, um das Jahr 1506 ansetzen. Freunden und Studiengenossen gewährte der Autor schon früh Einblick in seine Theorie; so scheint z. B. Laurentius Corvinus in seinem Einführungsgedicht zum Theophylaktos darauf anzuspielen.[20]) Die genaue rechnerische Ausführung seiner Ideen hat ihn jedenfalls längere Zeit in Anspruch genommen, womit das auffällig geringe Vorkommen astronomischer Beobachtungen während der Jahre seines Urlaubs gut stimmen würde.

In den folgenden Jahren bis 1516 hielt Coppernicus zum ersten Male für längere Zeit an der Frauenburger Kathedrale Residenz. Frauenburg ist ein kleines Städtchen an der Mündung des Flüfschens Baude ins frische Haff, etwa eine Meile von Braunsberg gelegen, dessen Nähe es nie zu politischer Bedeutung emporsteigen liefs. Die Kathedrale, herrlich auf etwa 80 Fufs hohem Hügel gelegen, ist eines der schönsten kirchlichen Backsteindenkmäler des Ostens. Im Anfang des 14. Jahrhunderts begonnen, wurde sie erst 1388 fertig gestellt. Als für die Beherrschung des Haffs strategisch wichtiger Punkt war sie häufigen Belagerungen ausgesetzt und wurde trotz starker Befestigungen mehrfach genommen, zuletzt 20 Jahre vor Coppernicus' Eintritt in das Domstift von den Polen.

Jedem Domherrn stand der Niefsbrauch eines innerhalb der Be-

[20]) De republica, Vita, Moribus, gestis, fama, religione, sanctitate Imperatoris, Caesaris, Augusti, Quinti, Caroli, Maximi Monarchae Libri septem ... autore Guilielmo Zenocaro à Scauvenburgo, Gandavi 1559, S. 193/94.

festigungen gelegenen Wohngrundstückes, der sogenannten Curie, und eines gröfseren, aufserhalb gelegenen Vorwerks, des Allodiums, zu. Bei jeweiligem Freiwerden eines solchen Besitzes infolge Todesfalles fand in allgemeiner „Option" der Domherren nach ihrer Anciennität eine Neuverteilung aller Stiftsgüter unter denselben statt. Beim ersten Antritt eines Allodiums war für dessen lebendes Inventar an das Kapitel ein fester Satz von 20 Mark zu zahlen. Für die Immobilien war an den Vorbesitzer resp. dessen Erben ein vom Stifte zu bestimmender Taxwert zu entrichten, während die Mobilien zur freien Verfügung der Erben verblieben.

Wie früher erwähnt, hatte Coppernicus 1499 von Bologna aus durch einen Stellvertreter ein Allod optiert. Dieses vertauschte er Anfang Juni 1512 gegen das früher dem Balthasar Stockfisch gehörige, um letzteres, wie es scheint, bis an sein Lebensende zu behalten. Wenigstens verzichtete er ausdrücklich bei zwei weiteren Optionen, deren Protokolle sich erhalten haben, Ende 1512 und am 26. August 1521 von Allenstein aus, auf Ausübung seines Wahlrechtes. Eine Curie hat er vor 1512 wohl überhaupt nicht optiert, da er bei gelegentlichen Besuchen an der Kathedrale anderweite Unterkunft erhalten konnte und Kosten und Mühe der Instandhaltung eigenen Besitzes dabei ersparte. Dagegen finden wir unter dem 17. März 1514 einen Quittungsvermerk über eine Ratenzahlung von 75 Mark, welche Coppernicus für die Immobilien des früher dem Domherrn Erich von Knobelau († Anfang 1512) gehörigen Curie geleistet hat. Auch diese scheint er wegen ihrer für ihn günstigen Lage bis an sein Lebensende behalten zu haben. In dem dazu gehörigen Turme, jedenfalls dem Nordwestturm der Ringmauer, den heute noch eine die Jahrhunderte überdauernde Tradition als Curia Coppernicana bezeichnet, richtete er sich seine Wohnung ein. Und in der That hätte sich für einen Astronomen kaum ein besserer Standpunkt unter den gegebenen Verhältnissen finden lassen, solange der erst später so hoch geführte Glockenturm nicht die Aussicht beschränkte. Frei lag vor dem Beobachter das ganze Himmelsgewölbe bis auf die von der Kathedrale eingenommene Ostseite; ungehindert schweifte der Blick über die ferne Nehrung zur Ostsee und weit ins flache Land hinein. Aus dem zweiten Stockwerke des dreistöckigen Turmes führte bis in unser Jahrhundert eine Thür auf die hier altanförmig erweiterte Mauerkrone, von wo Coppernicus ebenfalls beobachtet haben soll. Als 1815 das Braunsberger Gymnasium laut Kabinettsordre von 1811 neben drei andern auch den Besitz dieser Praebende antreten wollte,

wurde der Coppernicusturm auf besondere Bitte dem Domkapitel zurückgegeben und dient nach zweckmäfsigem Umbau jetzt zur Aufbewahrung der Dombibliothek.

In diesen Räumen arbeitete der grofse Astronom rastlos an der wissenschaftlichen Sicherstellung seiner neuen Theorie, von hier aus sind fast alle in seinem Werke benutzten eigenen Beobachtungen ausgeführt. Die dazu nötigen Instrumente hatte sich Coppernicus selber angefertigt. Ein nach ptolemaeischen Vorschriften gearbeitetes Triquetrum, ein Quadrum und allenfalls, wie Gassendi angiebt, ein Jakobstab, alle von Holz mit Tintenstrichen geteilt, das scheint die ganze Ausstattung seiner Warte gewesen zu sein. Ohne Astrolabium, ohne die neuen besseren Nürnberger Instrumente, nur mit ein paar armseligen Holzstäben gelang dem Genie seine astronomische Grofsthat. Tycho Brahe kam später bei seinem Besuche in Frauenburg in den Besitz derselben, und so sind sie mit dessen eigenem Instrumentarium in den Wirren des 30jährigen Krieges untergegangen.

Aufser der geringen Genauigkeit, die sich beim Gebrauche so primitiver Instrumente erzielen läfst, erschwerten die grofse Polhöhe und die Wolkenatmosphäre Frauenburgs vielfach die Beobachtungen. Coppernicus selber hat sich später gegen Rheticus darüber ausgesprochen und Angaben mit einem Maximalfehler von 10′ als ein unerreichbares Ideal hingestellt. Auch über die Mangelhaftigkeit der alten Sternkataloge soll er geklagt haben, und thatsächlich ist die mit Hilfe des Almagest berechnete Länge seines Fundamentalsternes, der Spica Virginis, fast um 40′ irrig. Einen weiteren Beweis für die Mangelhaftigkeit der damaligen astronomischen Längenbestimmung — erst in unserem Jahrhundert ist darin Wandel geschaffen — liefert die nach Annahme des Coppernicus vollständige Übereinstimmung des Meridianes von Frauenburg mit dem von Krakau, welche doch um $17^1/_2{}'$ differieren. Deshalb, und um seine Beobachtungen auf einen allseitig bekannten Standort zu beziehen, ist für die fast nur in Frauenburg angestellten Beobachtungen ihm stets der Krakauer Meridian die eine Axe seines Koordinatensystems. Um so bewundernswürdiger erscheinen die Ergebnisse auf so unsicherem Boden basierter Forschungen.

Inzwischen hatte sich der Ruf des Frauenburger Astronomen weithin verbreitet. Auf dem lateranischen Konzil (1512—1517) wurde auf Antrag des gelehrten Bischofs von Fossombrone, Pauls von Middelburg, über die Kalenderreform verhandelt. Im Jahre 1514 erhielt nun auch Coppernicus eine Aufforderung von der unter Middelburgs Vorsitz dazu gewählten Kommission, sein Gutachten

in dieser Angelegenheit abzugeben. Die offizielle Einladung des Bischofs war von einem Privatbriefe des Dekans der ermländischen Kirche zu Rom, Bernhard Sculteti, begleitet und unterstützt. Unter Hinweis auf die zu geringe Genauigkeit in den Bestimmungen des Sonnen- und Mondlaufes lehnte Coppernicus die Beantwortung der Frage ab. Bekanntlich kam der Versuch des Konzils nicht bis zum Abschlufs; die Vorarbeiten wurden in den Akten der Versammlung begraben. Ein Vierteljahrhundert später erwähnt Coppernicus ihrer in seiner Widmung an Papst Paul III.: Auf die Mahnung Bischofs Paul von Fossombrone habe er seine Forschungen über die Länge des tropischen Jahres fortgesetzt. Sein Resultat entspricht genau den der spätern Gregorianischen Reform zu Grunde liegenden Annahmen, die zum Teil auf ihm beruhen.

Bei reicher, zwischen Himmelsbeobachtungen und wissenschaftlicher Vertiefung seiner neuen Theorie geteilter Geistesarbeit — Coppernicus liefs bis zum Tode die bessernde und feilende Hand nicht von dem Werke seines Leben — flossen die Tage für ihn in diesen Jahren 1512—1515 im allgemeinen gleichmäfsig dahin. Die wenigen Pflichten seiner Stellung beschränkten nur in geringem Mafse die der Wissenschaft gewidmeten Freistunden. Seine Confratres, denen er auch zu Heilsberg nicht entfremdet ward, meist aus bekannten oder gar verwandten Patriziergeschlechtern, bildeten fast einen Familienkreis. Nur ein herber Schmerz betraf ihn, die Todeskrankheit seines Bruders Andreas. Kurz nach seiner Rückkehr aus Italien, um 1507, also noch zu Lebzeiten Watzelrodes und während Nicolaus' Aufenthalt in Heilsberg, war Andreas von der furchtbaren Lepra befallen worden. Des Bruders ärztliche Kunst erwies sich als machtlos. Bei den Ärzten Italiens wollte der Unglückliche dann Heilung suchen. Er erbat und erhielt dazu 1508 einen einjährigen Urlaub. Aber alles blieb vergebens. Die schreckliche Krankheit machte weitere Fortschritte, so dafs er durch Kapitelbeschlufs vom 4. September 1512 von der Gemeinschaft der Domherren ausgeschlossen und eine bestimmte Summe zu seinem Unterhalte ausgesetzt wurde. Hauptsächlich wegen der dadurch verfügten Verminderung seiner Einkünfte erhob Andreas dagegen Einspruch. Darauf verlangte das Kapitel Rechenschaft über die Verwendung von 1200 Goldgulden, die er von seinem Oheim „pro erectione ecclesie“ erhalten hatte, und belegte bis zur Erstattung dieser Rechenschaft seine Einkünfte mit Beschlag. Wohl auf Grund vermittelnden Eintretens des Bruders Nicolaus wurde dieser Beschlufs wieder aufgehoben und ihm unter Erhö-

hung der Abstandsumme bis zur Entscheidung durchden Papst nur aufgegeben, Frauenburg zu verlassen (5. Oktober 1512). Das letzte Mal wird er in den Protokollen bei Gelegenheit der Option eines Allodiums am 29. Dezember desselben Jahres angeführt. Aus anderweiten Mitteilungen wissen wir von seinem Aufenthalte zu Rom, sowie dafs er zwischen 1516 und 1519 gestorben sein mufs.

Eine zweite Quelle der Beunruhigung für ihn als Domherrn bildeten die Streitigkeiten des Kapitels mit dem Polenkönig über die Neubesetzung des Bischofstuhles. Im Jahre 1479 hatte die Krone dem Kapitel die Beschränkung der Kandidatenliste bei Sedisvakanz auf nur ihr genehme Persönlichkeiten abgezwungen. Infolge des bisherigen Ausbleibens der päpstlichen Bestätigung suchten 1510 die Domherren in Rom um Wiederherstellung ihres früheren Rechtes freier Wahl nach. Der anfänglich ihnen günstige Bescheid mufste jedoch nach mannigfachem Hin und Her infolge der schwankenden Haltung des neu erwählten Bischofs, Fabian von Losainen, zurückgezogen werden, und am 25. November 1513 die Bestätigung des unter polnischem Drucke vom Bischofe abgeschlossenen „Petrikauer Vertrages“ erfolgen, wonach der Krone das Präsentationsrecht von vier Kandidaten, jedoch nur gebornen Preufsen, verblieb, unter denen das Kapitel zu wählen hatte.

Das relativ ruhige Leben bei der Kathedrale sollte nicht lange währen. Am 13. November 1516 wurde Coppernicus zum „Administrator bonorum communium“ in Allenstein gewählt und trat Martini desselben Jahres in seinen neuen Wirkungskreis ein.

Bei Gründung des Domstiftes waren diesem Besitz- und Hoheitsrechte über ein Dritteil des Gesamtbistums verliehen worden, letztere nur beschränkt durch die auch nur mit seiner Bewilligung zu erlassenden allgemeinen Gesetze der Diöcese. Die Stellung des Domstiftes zum Bischof entsprach so völlig der des Bischofs zum Hochmeister. Das Grundeigentum des Kapitels zerfiel in drei räumlich beträchtlich getrennte Bezirke, die Kammerämter Frauenburg, Mehlsack und Allenstein. Um eine rationelle Bewirtschaftung zu ermöglichen, wurden die Hoheitsrechte über die beiden letzteren, entfernteren Ämter alljährlich einem Domherrn übertragen, zu dessen Residenz Schlofs Allenstein bestimmt war. Die grofse Wichtigkeit für die materiellen Interessen des Stiftes und die Schwierigkeit der Stellung bedingten hohe Anforderungen an die organisatorischen Fähigkeiten des Administrators. War einmal eine passende Persönlichkeit gefunden, so wirkten meist einerseits der Reiz selbständiger Stellung,

andererseits die ins Auge fallenden Vorteile der Besetzung des Postens durch einen bereits eingearbeiteten Verwalter zusammen zur mehrmaligen Übertragung und Annahme der Stellung. So finden wir auch Coppernicus drei Jahre hinter einander, von 1516—1519, und nochmals vom November 1520 bis Juni 1521 in diesem verantwortungsvollen Posten.

Die Verpflichtungen des Amtes waren mannigfaltiger Art. Sein Inhaber bildete die Appellationsinstanz für alle in seinem Bezirke vorkommenden Rechtstreitigkeiten und mufste die etwaigen Verfügungen des Kapitels bekannt machen, beziehungsweise zur Ausführung bringen. Als Aufsichtsführender über die geistlichen und weltlichen Beamten seines Amtsbereiches war er zu Inspizierungsreisen verpflichtet; hauptsächlich jedoch hatte er für die bestmögliche, zweckmäfsigste Verpachtung der liegenden Gründe zu sorgen. Die Stiftsgüter wurden nämlich, in einzelne Parzellen zerlegt, an Bauern vergeben, welche dafür Abgaben und Fron zu leisten hatten. In dem uns erhaltenen Coppernicanischen Geschäftstagebuche finden sich viele derartige Verträge aufgeführt, die durch Einzeichnung in dasselbe in zweier Zeugen Gegenwart Rechtsverbindlichkeit erlangten. Auch Reisen zur Einsetzung der neuen Scharwerksbauern und solche zu Visitationszwecken finden wir erwähnt. Gelegentlich begab er sich dann wohl auch vom nahen Mehlsack aus zur Kathedrale herüber oder empfing eine Anzahl Confratres zu Gaste in Allenstein. In einem Briefe vom 21. Oktober 1518 spricht er z. B. von gröfseren Zurüstungen für einen derartigen Besuch. Für seine zeitweilige Anwesenheit in Frauenburg zeugt eine in der Curie des Domherrn Stockfisch ausgestellte Urkunde, in welcher Coppernicus in seiner amtlichen Eigenschaft als Administrator eine Zinsverschreibung beglaubigt, wie wir solcher Aktenstücke noch drei weitere von ihm besitzen. Auch einer Kapitelsitzung im November 1519 scheint er persönlich beigewohnt zu haben, doch blieb seine Zeit wohl sehr beschränkt wegen der vielfachen Inanspruchnahme durch seine Amtspflichten. Was er an Freistunden besafs, scheint er weniger der astronomischen Wissenschaft, als andern, praktischere Ziele verfolgenden Arbeiten gewidmet zu haben, die wir später kennen lernen werden. Nur eine Beobachtung vom 12. Dezember 1518 erwähnt er aus dieser Zeit (De revol. V. 16) ohne Ortsangabe, so dafs sie wohl sicher zu Frauenburg gemacht ist. Ein eigenes Observatorium zu Allenstein, wie es verschiedene Sagen behaupten, hat er kaum besessen. Lagen doch damals die Verhältnisse in politischer Hinsicht äufserst schwierig.

Nach kurzer Besserung hatte die Spannung zwischen Polen, Ermland und dem Orden wieder sehr zugenommen. Sie führte vorerst zu einem völligen Verkehrsverbot zwischen den Gegnern. Dieser einschneidenden Mafsregel folgten bald schlimmere Zustände. Räuberische Einfälle vom Ordensgebiete aus ins Ermland trugen Schrecken in die Ansiedelungen der Hintersassen. Der Hochmeister konnte und wollte dem Unwesen nicht steuern und wies alle Beschwerden unter nichtigen Vorwänden ab. Da setzten die Gesandten des Bischofs auf den preufsischen Landtagen den Beschlufs allgemeiner Rüstungen des polnischen Teiles von Preufsen gegen die Übergriffe durch. Allein die erhoffte Wirkung verkehrte sich in das Gegenteil. Der Hochmeister war durch die drohende Haltung der Nachbarn ebenfalls zur Kriegsbereitschaft gezwungen, Polen aber andererseits zu sehr beschäftigt, um sich um diese Angelegenheit, bevor sie noch dringender wurde, für den Augenblick ernstlich zu kümmern. Im Gefühle seiner Schwäche wagte der Orden keinen aggressiven Schritt, allein seine nun unbeschäftigten und meist unbezahlten Söldnerhaufen hausten deshalb erst recht schlimm. Mehlsack wurde geplündert, selbst Braunsberg bedroht. Ein kurzes Einlenken nach Kaiser Max' Tode auf dringendes Raten des Mainzer Erzbischofs blieb belanglos. Die Zustände waren unhaltbar geworden. Die Reise Albrechts nach Deutschland, um Hilfe zu heischen, sowie das Bekanntwerden seines zwar abgeleugneten Bündnisses mit Polens Erbfeind, dem Grofsfürsten von Moskau, liefsen bei Coppernicus' Rücktritt, November 1519, den Ausbruch des drohenden Krieges unvermeidlich erscheinen.

Selbstverständlich mufste die politische Seite dieser Verwickelungen den Statthalter des dabei aufs höchste interessierten Domkapitels ernstlich beschäftigen, wie uns jener, oben in anderer Beziehung erwähnte Brief vom 21. Oktober z. B. beweist, in dem Coppernicus die Hoffnung auf Zerfall des russischen Bündnisses Albrechts ausspricht. Andererseits mufste er bemüht sein, die schweren Schäden zu heben, welche durch die Raubfahrten der Ordenssöldner dem seiner Obhut anvertrauten Lande geschlagen wurden. Da waren den Geschädigten Abgaben zu erlassen, und vielleicht auch werkthätige Hilfe bei gänzlicher Verarmung zu leisten. Wir können uns denken, welchen Eindruck der allenthalben zu Tage tretende Jammer auf das Gemüt des Mannes machen mufste, und wie er sich bemüht haben wird, überall bessernd einzugreifen. Dabei dürfte ihm auch wohl der Gedanke zu den spätern Reformvorschlägen für Besserung der Landesmünze gekommen sein, von denen wir

wissen, dafs sie in diesen Jahren entstanden sind, und er der Ausarbeitung derselben seine kurzen Mufsestunden geopfert haben. Für den Augenblick war er jedoch machtlos, und als er im November 1519 zur Kathedrale zurückkehrte, stand dem armen Lande noch Schlimmeres bevor.

Der Krieg brach aus. Die Geschichte kennt ihn unter dem Namen „Fränkischer Reiterkrieg". Er hatte furchtbare Verwüstungen zur Folge, war aber arm an Thaten grofsen Stiles. Trotzdem sich seine Greuel in nächster Nähe Frauenburgs abspielten, ja dieses selbst, allerdings vergebens, im Frühjahre 1520 angegriffen wurde, blieb Coppernicus doch daselbst, wie wir aus drei Beobachtungen vom Februar, April und Juli 1520 (De revolut. V, 14, 11 und 6) schliefsen müssen. Die meisten andern Domherren hatten sich nach Danzig oder Elbing in Sicherheit gebracht. Um Neujahr 1520 überschritt der Hochmeister die Grenze und eroberte Braunsberg. Von dort forderte er den Bischof Fabian zu einer Zusammenkunft auf. Allein dieser, leidend und fürchtend, als Geisel behalten zu werden, sandte zwei Domherren an seiner Stelle. Einer derselben ist höchstwahrscheinlich unser Nicolaus gewesen, obwohl die Namen uns nicht überliefert sind. Es existiert jedoch ein Geleitsbrief Albrechts aus dieser Zeit für Coppernicus vom 6. Januar 1520, der, wenn er nicht dessen Teilnahme an diesen Verhandlungen beweist, doch mindestens auf eine Vertrauensstellung beim Hochmeister deutet. Unterdessen hatten die Polen das ganze Ordensland bis unter die Mauern von Königsberg überschwemmt, und Albrecht sah sich genötigt, zu Thorn Verhandlungen zu eröffnen. Da erhielt er die Nachricht vom Nahen deutscher Hilfsvölker. Sofort brach er daraufhin wieder zu seinem Heere nach Ermland auf und begann die Belagerung der Feste Heilsberg. Inzwischen zogen die Deutschen, meist von Franz v. Sickingen geworbene Franken, unter ihnen sein eigener Sohn, gegen Danzig. Unbegreiflicher Weise vereinigte sich der Hochmeister nicht mit ihnen, sandte ihnen nicht einmal das dringend nötige und begehrte Geschütz zu Hilfe, wodurch die Belagerung dieser wichtigen Stadt ins Stocken kam. Auch Heilsberg hielt sich glücklich. Zu Wintersanfang verliefen sich zum gröfsten Teile die ohne genügende Unterstützung gebliebenen Hilfstruppen, die übrigen wurden zur schleunigen Flucht nach der Heimat gezwungen. Den Rest seiner Kraft vergeudete der Orden in der Bestürmung der kleinen ermländischen Städte. Das war die Lage, als Coppernicus zum zweiten Male, im November 1520, die Statthalterschaft übernahm und in das feste Allenstein, fast das letzte nicht von

Albrecht besetzte Kapiteleigentum, einzog. Es stand schlimm um die Stiftsgüter, die Lage war bedrohlich genug. Die Bauern lagen erschlagen oder waren geflohen, die Städte und Dörfer verwüstet und in Feindeshand, dazu die Aussicht auf einen baldigen Angriff auch auf das Allensteiner Schloss. Mufste doch nach Lage der Dinge eben dem Ordensheere sicher viel an seinem Besitze liegen. Andererseits legten alle Domherren, trotz sonstiger Treibereien in diesem Punkte einig, für die spätere Feststellung des Besitzstandes mit Recht den höchsten Wert darauf, diese Feste und zwar mit eigenen Truppen zu halten. Coppernicus war während dieser Zeit das anerkannte Haupt des Kapitels. In der That erschien bald feindliches Volk vor Allensteins Mauern, allein es scheute die Schwierigkeit einer Berennung und zog nach furchtbaren Verwüstungen der Umgegend wieder ab. Die beiderseitige Erschöpfung führte zu Friedensverhandlungen. Auf den Riesenburger Waffenstillstand folgte am 7. April 1521 der auf vier Jahre abgeschlossene Beifriede zu Thorn. Der schnelle Friedensschlufs war eine Erlösung für Ermland. Selbst während der Verhandlungen hatten noch Plünderungszüge und ein mifslungener Überfall von Heilsberg stattgefunden. Nach dem Eintreten geordneter Zustände suchte Coppernicus die verödeten Höfe wieder zu besetzen. Die flüchtigen Pächter kehrten zurück, an Stelle der getöteten sehen wir ihn neue einsetzen (Mai 1521). Jedoch schon im Sommer legte er seine Stelle nieder; sein Freund Tiedemann Giese folgte ihm im Amte nach. Im August finden wir Nicolaus auf einer zu Allenstein abgehaltenen Kapitelsitzung als „Varmiae Commissarius“. An wissenschaftliche Thätigkeit war in den verflossenen stürmischen Monaten natürlich nicht zu denken gewesen, allein auch in der nächsten Zeit wurde seine Arbeitskraft vom Domstifte anderweitig in Anspruch genommen.

Über die Stellung eines Commissarius Varmiae ist uns leider nichts Urkundliches überliefert worden; jedenfalls gedachten die Domherrn, den in Allenstein bewährten Genossen in gröfserem Wirkungskreise als Vertreter ihrer Gesamtinteressen bei den Verhandlungen zur möglichsten Herstellung des status quo ante zu benutzen. In dem Thorner Beifrieden waren ja nur die Grundzüge des Vergleiches zwischen den mächtigen Gegnern festgelegt. Detailfragen, so auch die über die Zustände des kleinen Ermland, waren späteren, eingehenderen Verhandlungen vorbehalten. Auf der nächsten diesem Zwecke dienenden Versammlung, der Tagfahrt zu Graudenz, Ende Juli 1521, brachten die Abgeordneten des Kapitels, unter ihnen

Coppernicus, die von letzterem verfafste Klageschrift des Domstiftes gegen den Orden vor. In zehn Punkten bittet sie um Remedur der stattgefundenen Übergriffe. Hatte doch der Orden nach wie vor die eroberten Städte und Flecken Ermlands im Besitz und waltete daselbst wie in ihm gehörigen Gebiete. Auf dem Landtage liefsen sich die Vertreter Albrechts zur Anerkennung der von Coppernicus im Namen des Kapitels erhobenen Ansprüche herbei; da jedoch den Zugeständnissen nicht Folge gegeben wurde, berief Sigismund zur Regelung dieser und noch anderer schwebender Fragen eine zweite Tagfahrt nach Graudenz, die infolge der Pest erst im Frühjahr 1522 eröffnet werden konnte.

Hier überreichte Coppernicus auf Wunsch der preufsischen Stände sein deutsch geschriebenes Gutachten über die Verbesserung der Landesmünze. Bereits 1519 vollendet, verdankt es seine Entstehung jedenfalls den praktischen Erfahrungen der Allensteiner Verwaltungszeit, welche die Notwendigkeit einer radikalen Hebung des darnieder liegenden Landes deutlich genug gepredigt hatten. Hier konnte man hoffen, den Hebel anzusetzen, um einerseits die unnatürliche Abschliefsungspolitik zwischen Polen, Westpreufsen und den Ordensländern untereinander zu heben, andererseits mit der Wiederherstellung des Vertrauens in die Gleichmäfsigkeit und Güte des Geldes die allgemeine Kaufkraft des Landes zu erhöhen. Den äufseren Anlafs mag die nochmalige Verschlechterung des Ordensgeldes während und durch den letzten Krieg gegeben haben. Coppernicus geht in der uns im Konzepte erhaltenen Schrift von der Begriffsbestimmung einer Landesmünze aus. Er unterscheidet dann zwischen dem dem Gehalt an Edelmetall entsprechenden wahren und dem Kurswerte der Münze und kommt auf die Arten ihrer Verschlechterung durch Gewichtsverminderung, durch Herabsetzung des Feingehaltes oder auch durch beides zugleich zu sprechen. Er zeigt den grofsen dauernden Schaden solcher Manipulationen im Gegensatz zu dem geringen augenblicklichen Nutzen und wendet sich sodann zu dem speziellen Fall der preufsischen Münzverderbnis. Hier könne man bereits für ein Pfund fein Silbers 24 Mark der schlechten Münze kaufen, ein Verhältnis, das sich bald noch verschlimmern werde, und das nur den Goldschmieden nütze, welche die alten guten Münzen einschmölzen, während die Kaufkraft des Landes reifsend sänke. Seine Reformvorschläge sehen die Einrichtung einer einzigen Münzstätte für das gesamte Preufsen vor, wo nur Geld, von dem höchstens 20 Mark auf ein Pfund fein gehen, geprägt werden dürfe. Alles

andere Geld solle eingezogen, und je 13 Mark der alten gegen 10 Mark der neuen Münze eingetauscht werden. Den entstehenden Schaden müsse man schon im Interesse des zu erwartenden Vorteils auf sich nehmen. Allein dieser erste Vorschlag scheiterte, wie alle seine späteren bis 1530 fortgesetzten Bemühungen um einheitliche Regelung des Münzwesens an dem Widerstande der Interessenten. Der König von Polen wünschte das preufsische Geld mit dem seinigen in Übereinstimmung gebracht zu sehen, was Coppernicus aus Zweckmäfsigkeitsgründen gerne zugestanden hätte, allein Thorn, Danzig und Elbing wollten auf ihr eigenes Münzrecht und den damit verbundenen Gewinn nicht verzichten, während der königliche Unterhändler nur die Prägungskosten vom Münzwerte abgezogen wissen wollte. Der Hochmeister war gegen jede Änderung seines Geldes als einen Eingriff in seine Rechte und hatte sogar die Beschickung dieses Landtages unter dem Vorwande zu später Ladung abgelehnt, während er gleichzeitig sich zur Reise nach Deutschland anschickte. So war mit dem Fortfall seiner Mitwirkung dem Landtage die Möglichkeit einer allgemeinen Reform genommen. Es erfolgte jedoch ein Verbot der minderwertigen Ordensmünze für das sogenannte polnische Preufsen, dem Sigismund ein allgemeines Handelsverbot folgen liefs.

Die feindselige Spannung zwischen den kaum geeinten Gegnern nahm natürlich dadurch wieder zu; ein Teil Ermlands war von polnischen Söldnern besetzt, während der Orden Braunsberg und Umgegend nur um so fester hielt. Unter solchen Verhältnissen wäre Einigkeit im Schofse des Kapitels dringend erforderlich gewesen; statt dessen finden wir Hader und Zwistigkeiten der Domherren untereinander und mit dem Bischof über pekuniäre Interessen, deren Beginn schon während des fränkischen Reiterkrieges und durch denselben Coppernicus' Lage in Allenstein erschwert hatte. Den höchsten Grad erreichte diese Bedrängnis des Bistums nach dem Tode des Bischofs Fabian am 23. Januar 1523. Der polnisch gesinnte Vogt Preuck bemächtigte sich des Schlosses Heilsberg für Sigismund und bezahlte den Sold aus den Einkünften des Bistums. Auch der Orden versuchte in Rom die Vereinigung des von ihm eroberten Landesteiles mit seinem Gebiete zu erlangen. Unter so schwierigen Verhältnissen schritt das Kapitel zur Bestellung eines General-Administrators für die Zeit der Sedisvakanz. Die Wahl lenkte sich, als auf den fähigsten und mit den Verhältnissen vertrautesten Domherrn, auf unseren Coppernicus. In seiner schwierigen Stellung war er vor allem auf möglichste Wiedererwerbung des weltlichen Besitzes der

Diözese bedacht. Seine Bemühungen lohnte das Edikt Sigismunds vom 10. Juli 1523, in dem die Rückgabe aller besetzten Ortschaften befohlen wurde. Die Polen räumten darauf ihre Quartiere zu gunsten der Kirchenverwaltung, allein die Ordenstruppen hielten bis zum Frieden von Krakau 1525 vor allem Braunsberg und Umgegend besetzt, ja bemächtigten sich in der Zwischenzeit sogar mehrerer neuer Teile des Bistums und wiesen die Bewohner an, im Orden ihren rechtmäfsigen Herrn zu erblicken. Bis zum September währte die Amtsdauer des General-Administrators, da der neu erwählte Bischof Mauritius Ferber vor Übernahme der Verwaltung erst die päpstliche Bestätigung nachsuchen wollte. Während dieser Zeit sah Coppernicus sich auch genötigt, Stellung gegenüber der Ausbreitung der lutherischen Lehre zu nehmen. Das erforderte seine Amtspflicht. Allein die volle Autorität des Bischofs fehlte seinem Auftreten, und das eigene milde Urteil über die reformatorischen Bestrebungen hielt ihn von energischen Schritten ab. Überhaupt finden wir hier, wie meist auch an anderen Orten, unter der hohen Geistlichkeit anfangs grofse Duldsamkeit gegenüber den Neuerern. Charakteristisch ist in dieser Hinsicht ein Ausspruch des sogar mit dem Kardinalspurpur geschmückten Bischofs Fabian von Losainen, in welchem er einen Eiferer unter Anerkennung von Luthers Gelehrsamkeit auffordert, diesen erst zu widerlegen, ehe er ein Verbot seiner Lehre von ihm verlange. Und ähnlich dachten die übrigen preufsischen Bischöfe. Die ersten Pflanzstätten der reformatorischen Ideen in Preufsen bildeten die gröfseren Handelsstädte und der Orden infolge ihrer vielfachen Beziehungen zum übrigen Deutschland. Bereits 1518 begann zu Danzig ein Pfarrer in lutherischem Geiste zu predigen, und bald gewann die neue Lehre derartig an Boden, dafs Sigismund von Polen im Jahre 1520 zu einem strengen Verbot derselben sich veranlafst sah. Mit wie geringem Erfolge, zeigt der von Gustav Freytag im „Marcus König" erzählte historische Vorgang bei der versuchten Verbrennung eines Lutherbildes zu Thorn. Selbst in den dem Hochmeister nahe stehenden Ordenskreisen gewann sie Boden, wie die späteren Resultate es erweisen. Auch in der Haltung des ermländischen Bischofs änderte sich trotz des immer schärferen Auftreten Luthers nichts. Erst mit seinem Tode gewannen im Ermlande katholische Eiferer die Oberhand. Gleich nach der Verwaltungsübernahme erliefs der neue Bischof Mauritius Ferber eine strenge Verordnung gegen die reformatorischen Bestrebungen an seinen Klerus und drohte mit ewigem Fluche und Anathema. Für uns ist hauptsächlich die Haltung des grofsen Revo-

lutionärs am Himmel gegenüber den Glaubenskämpfen von Interesse. Schon des Humanisten Reuchlin Kampf gegen die Dominikaner und die „Epistolae obscurorum virorum" mufsten seine volle Aufmersamkeit in Anspruch nehmen, und die in seine Allensteiner Verwaltungszeit fallenden ersten Angriffe Luthers mögen ihn auf das lebhafteste beschäftigt haben. Warum trotzdem der vorurteilsfreie Mann mit dem klaren Blicke auf dem Boden der alten Kirche verblieb, erklärt uns eine Schrift seines vertrauten Freundes Tiedemann Giese.

Die später darzulegende grofse Wichtigkeit seines Eintretens für die Veröffentlichung des Werkes „De revolutionibus", sowie die Herzensfreundschaft mit dem geistesverwandten Coppernicus läfst die Aufführung der wichtigsten Daten aus seinem Leben entschuldbar erscheinen.

Tiedemann Giese, am 31. Mai oder 1. Juni 1480 zu Danzig als Sohn angesehener Eltern geboren, war der Neffe des regierenden Bischofs Mauritius Ferber. Schon als Knabe bezog er die Universität Leipzig und errang bereits 1492 die Würde eines Baccalaureus, verweilte dort aber bis 1498. Dann trat er als Königlicher Sekretär in den Dienst der polnischen Krone, in welcher Stellung er auch nach seinem 1502 oder 1504 erfolgten Eintritt in das Frauenburger Domkapitel verblieb. Nach fünfjähriger Verwaltung in Allenstein lebte er, aufser einer zweiten Allensteiner Zeit (1521 bis 1524), bis 1536 an der Kathedrale zu Frauenburg in innigsten Freundschaftsbeziehungen zu unserem Nicolaus. 1519 in den polnischen Adelsstand erhoben und 1523 zum Domkustos erwählt, wurde er zum Coadjutor seines Onkels ausersehen, als dieser infolge von Kränklichkeiten einer Hilfe bedurfte. Allein die mit der Coadjutorie verbundene Anwartschaft auf die Kathedra liefsen Sigismund einen beabsichtigten Eingriff in den Petrikauer Vertrag befürchten, und so kam es 1536 zu einem Kompromifs zwischen dem polnischen Kandidaten, dem Culmer Bischof Dantiscus (seit 1530) und Giese, laut welchem bei der Sedisvakanz des ermländischen Bistums Dantiscus dieses, Giese aber Culm erhalten sollte. Nach Ferbers Tode 1537 bestieg Giese demgemäfs Anfang 1538 den Culmer Bischofsstuhl, den er 1548, nach Dantiscus Tode, mit dem ermländischen vertauschte, um jedoch bereits 1550 ins Grab zu sinken.

Von sanftem, gütigem Charakter suchte er, wenn auch stets auf dem Boden der alten Kirche, mit seinem Freunde eine vermittelnde Stellung in den kirchlichen Streitigkeiten einzunehmen. Diese friedfertige Haltung zeigt auch seine erwähnte Schrift; sie und sein fol-

gendes gleichgeartetes Hauptwerk „De regno Christi“ haben ihm bei den späteren Zeloten manche Anfeindungen und Verdächtigungen zugezogen. Veranlassung zu dem für uns wichtigen ersten Büchlein gaben die „Centum et decem assertiones seu flosculi de homine exteriore et interiore fide et operibus“, des Samländer Bischofs Georg von Polentz, welche ganz in Anlehnung an die im Ordenslande herrschende, lutherische Lehre verfafst waren. Seine „flosculorum Lutheranorum de fide et operibus ἀνθηλογικόν“, mit Doppelsinn des griechischen Wortes, — in Reuchlinschem Itazismus gesprochen — betitelte „Gegenblumenlese“ wurde von Giese erst auf Coppernicus' eifriges Anraten und mit dessen ausdrücklicher Ermächtigung, die völlige Übereinstimmung seiner Ansichten mit denen des Freundes zu betonen, im Jahre 1525 durch den Druck veröffentlicht.[21])

Trotz strengen Festhaltens des kirchlichen Standpunktes nähert er sich in seinem lebendigen Glauben manchmal lutherischen Anschauungen und erkennt voll die sittlichen Beweggründe des einstigen Augustinermönches an. Frei gesteht er die mancherlei Gebrechen der Kirche ein, sucht sie zu erklären und Mittel zur Abhilfe zu finden; aber er verteidigt auch ihren äufseren Pomp mit dem Hinblick auf die Schwachen im Geiste, weist auf den Nutzen der guten Werke und auf den Mifsbrauch hin, welchen viele Anhänger Luthers mit dessen Angriffen auf die Werkthätigkeit trieben, indem sie die neue christliche Freiheit in Ungebundenheit verkehrten. Auch die kirchliche Glaubenslehre findet in ihm ihren Anwalt gegen die — mifsverstandene lutherische. Durch die ganze Schrift zieht sich die Mahnung zu Frieden und Versöhnung. Nicht den altehrwürdigen Kirchenbau zerstören, nein, ihn von innen heraus ausbauen und in idealer Reinheit wieder herstellen, das wollten die Giese und Coppernicus wie es Papst Hadrian VI. angestrebt hatte; damit gedenken sie dem revolutionären Beginnen des Wittenbergers entgegen zu treten. Anteil an der Wahl ihrer Stellung mag auch die selbst von Melanchthon, der mit Giese in Beziehung getreten war, geteilte Furcht vor einer

---

[21]) Die Notiz ist der Münchener Handschrift Codex Graecus CLI entnommen. In derselben steht die eigenhändige Eintragung von Widmanstad: „Clemens VII. Pontifex Maximus hunc codicem mihi dono dedit Anno MDXXXIII Romae, postquam ei, praesentibus Fr. Ursino, Joh. Salviato Cardinalibus, Joh. Petro episcopo Vitebiensi, et Matthaeo Curtio physico, in hortis Vaticanis Copernicanam de motu terrae sententiam explicavi. Joh. Albertus Widmanstadius cognomine Lucretius, Serenissimi Domini nostri Secretarius et familiaris.“

teilweisen Zurückdrängung der neu erblühten wissenschaftlichen Bestrebungen durch die religiösen Streitigkeiten gehabt haben.

Neben diesen Angelegenheiten erforderte die politische Lage die volle Aufmerksamkeit von Bischof und Kapitel. Der vierjährige Beifriede näherte sich seinem Ende. Der polnische Reichstag fafste drohende Beschlüsse gegen den Fortbestand des Ordens für den Fall nochmaliger Huldigungsverweigerung, und des Hochmeisters Reise nach Deutschland blieb ohne den gewünschten Bündniserfolg. Da führten Luthers Ratschläge den durch Osiander in Nürnberg für die Reformation gewonnenen Albrecht zur Säkularisation seines Landes. Sigismund, in Besorgnis vor einem etwaigen Bündnisse der lutherisch gesinnten gröfseren preufsischen Städte mit Albrecht nach dessen bevorstehendem Übertritt zur neuen Lehre, gab ihm das Ordensgebiet als weltliches Herzogtum zu Lehen. Albrecht vollzog seinen Glaubenswechsel und führte im ganzen Lande die neue Kirchenordnung ein. Damit war der durch diese Mafsnahmen gebannte und geächtete neue Herzog zum engsten Anschlufs an Polen gezwungen; sofort zeigte sich auch der günstige Einflufs auf die Beziehungen zu Ermland. Nur das Religionsbekenntnis trennte die früheren Gegner, denn im polnischen Preufsen betrieb Sigismund energisch die Gegenreformation.

(Fortsetzung folgt.)

Mittheilungen

Die Sonnenfinsternis des Thales. Eine der bekanntesten historischen Finsternisse, über die von Astronomen und Chronologen viel geschrieben worden, ist jene, von der Herodot berichtet, dafs sie während einer Schlacht im sechsten Jahre des Krieges zwischen den Lydern und Medern eingetreten sei. „Diese Veränderung des Tages (dafs aus Tag Nacht wurde)," heifst es bei Herodot noch, „hatte aber der Milesier Thales den Joniern vorhergesagt, indem er dieses Jahr, in welchem sie auch wirklich eintrat, als Termin angab." Seit Airy und Hansen haben sich die Astronomen dafür entschieden, in der totalen Sonnenfinsternis vom 28. Mai 585 v. Chr. das von Herodot beschriebene Himmelsereignis zu sehen, denn diese Finsternis läuft mit ihrer Totalitätszone mitten durch Kleinasien und berührt den vermutlichen Ort des Schlachtfeldes am Halysflusse. Sie trifft in dieser Gegend am Spätnachmittag ein. Astronomische Gegner dieser Finsternis sind derzeit noch Newcomb und Stockwell. Unter den Historikern ist die Meinung, ob die Finsternis vom 28. Mai 585 die während der Schlacht vorgefallene sein könne, noch eine sehr geteilte. Während einer der bedeutendsten Geschichtsforscher, Curtius, jenem Datum beitritt, erklären sich andere, wie Duncker, Gumpach, für die Finsternis vom 30. September 610 v. Chr., welche früher von den Astronomen Baily und Oltmanns als die des Thales bestimmt worden war. Dafs die Vorhersagung der Finsternis aus einer früher beobachteten möglich war, haben Airy und Peters nachgewiesen, indem sie bemerkten, dafs die Sonnenfinsternis vom 18. Mai 603 in Ägypten sehr auffällig gewesen sein mufs. Da Thales um diese Zeit, nach den über ihn bekannten Lebensumständen, im Alter von etwa 21 Jahren sich bei den ägyptischen Priestern behufs mathematischer Studien aufhielt, so wird ihm jedenfalls die babylonische Periode des Saros (eines Cyklus von 18 Jahren 11 Tagen, nach welchem die Finsternisse wiederkehren) bekannt gewesen sein, und er könnte aus der von ihm selbst gesehenen Finster-

nis vom 18. Mai 603 die 18 Jahre 11 Tage später stattfindende vom 28. Mai 585 prophezeit haben. In neuerer Zeit hat Newcomb, von der Erwägung geleitet, dafs der Ort des Schlachtfeldes geographisch nur mutmafslich angegeben werden kann (namentlich früher ist das Schlachtfeld erheblich östlicher, in die Gegend von Erzerum und Diarbekir gesetzt worden), die Meinung geäufsert, ob die Schlacht und die Finsternis nicht vielleicht von einander ganz zu trennen seien, so dafs also Thales zwar die Finsternis vom Jahr 585 vorhergesagt haben könnte, die Schlacht aber in einem ganz anderen Jahre sich ereignet hätte und nur später mit ersterer zusammengebracht worden wäre. L. Schlachter ist deshalb wieder auf die Halysschlacht zurückgekommen und besonders auf die Frage, welche kleinasiatischen Sonnenfinsternisse Thales aus früher wahrgenommenen überhaupt habe vorhersagen können. Ein näheres Eingehen auf die zeitlichen Zwischenräume, innerhalb welcher die Sonnenfinsternisse cyklisch wiederkehren, zeigt, dafs die Alten nicht nur die 18jährige chaldäische Periode (den Saros), sondern auch einen viermal 19jährigen, also 76jährigen Cyklus, welcher fast ganz mit der bekannten griechischen Periode des Reformators Callippus zusammenfällt, gekannt haben müssen. Innerhalb dieses Cyklus von 76 Jahren weniger einem Mondmonat kehren die Finsternisse nämlich ebenfalls zurück. Schlachter findet, dafs Thales die Finsternis vom 28. Mai 585 aus einer in Kleinasien sehr bedeutend gewesenen vom 27. Juni 661 mittelst des 76jährigen Cyklus hätte vorhersagen können. Die andere Sonnenfinsternis, welche von mehreren Historikern für die bei der Schlacht am Halysflusse vorgefallene angenommen werde, nämlich die am 30. September 610 v. Chr., lasse sich weder mit Hilfe der 18jährigen noch mit der 76jährigen Periode aus einer dort früher gesehenen Finsternis vorausberechnen. Die Finsternis von 610 konnte demnach nicht erwartet werden und mufste unvermutet eintreten. Nachdem aber das Jahr 610 v. Chr. als Jahr der Halysschlacht von den Historikern sehr gestützt wird, erhalte es durch die am 30. September vorgefallene Sonnenfinsternis die erwünschte Bekräftigung, und das Datum der Schlacht sei also mit vieler Wahrscheinlichkeit auf den 30. September 610 zu setzen, umsomehr, als diese Finsternis in die Morgenstunden und nicht wie die vom 28. Mai 585 gegen den Abend hin fällt, bei welch letzterer der Eindruck auf die Kämpfenden kein grofser gewesen sein könne. — *

Archäologisch-Astronomisches. Die berühmte Marmorstatue des farnesischen Atlas, der auf seinem Nacken den Himmelsglobus trägt, ist wohl den meisten unserer Leser bekannt. Das Bildwerk, eine alte griechische Arbeit, wurde um die Mitte des 16. Jahrh. n. Chr. bei Ausgrabungen in einem Weinberge in der Nähe des Klosters S. Lucia aufgefunden. Die Statue befand sich in sehr defektem Zustande (es fehlten beide Arme, das rechte Bein und das Gesicht), hat indessen eine geschickte Ergänzung der hauptsächlichsten Teile erfahren; freilich ist daran auch Flickarbeit ausgeübt worden. Seit Anfang des 18. Jahrhunderts befindet sich das Skulpturwerk im Museum von Neapel. Der Himmelsglobus ist von der Restaurierung unberührt geblieben und zeigt noch die ursprünglichen Defekte, namentlich das eingemeisselte Loch am Nordpol. Der Globus erregte vermöge seiner sorgfältigen Arbeit der Sternbilder schon das Interesse früherer Astronomen, namentlich Bianchinis. Man hoffte das Alter des Globus und damit auch die Entstehungszeit der Statue aus einer Vergleichung der darauf eingetragenen Sternbilder mit der Lage, in denen sie sich uns gegenwärtig zeigen, also durch Berücksichtigung der Präzession, bestimmen zu können. Heis nahm an, dafs nach diesem Vergleiche das Alter des Globus 300 v. Chr. zu setzen sein könnte. In einem vor kurzem erschienenen Werke*) beschäftigt sich G. Thiele eingehend mit dem interessanten Gegenstande. Von der Statue wurde ein sehr sorgfältiger Gypsabguss genommen, und der obere Teil, der Himmelsglobus, von den verschiedensten Seiten aus photographiert. Das Studium dieser Photographien zeigte, dafs dem Verfertiger des Globus in der Ausmeifslung eines der Hauptkreise der Himmelskugel ein Versehen passiert sein mufs, da dieser Kreis unrichtig liegt; dieser Umstand macht die Bestimmung des vermutlichen Betrages der Präzession zunichte. Thiele hat deshalb einen anderen Weg verfolgt, um das Alter des Himmelsglobus zu ermitteln: ein sehr sorgfältiges Studium der Anweisungen, welche der griechische Astronom Hipparch zur Herstellung von Himmelskugeln gegeben hat, läfst erkennen, dafs der farnesische Globus genau nach dem Muster der Hipparchschen Globen, und zwar vor 150 n. Chr. hergestellt worden ist. Er enthält 39 Sternbilder und giebt den damaligen Aspekt des gestirnten Himmels in sorgfältiger Ausführung wieder; der Künstler hat sich nur wenige Freiheiten erlaubt, und die Sternbilder konnten deshalb ohne Schwierigkeit identifiziert werden. Einige wenige auf dem

*) Antike Himmelsbilder. Mit 7 Tafeln und 72 Figuren. Berlin, Weidmann. 1898.

Globus dargestellte Gegenstände sind ihrer Bedeutung nach unerklärt geblieben.

Nicht minder interessant als der farnesische Globus ist ein sehr alter Tierkreis, welcher sich auf zwei in die Façade der kleinen Metropolitankirche in Athen eingemauerten Marmorblöcken vorfindet. Man bemerkt in dieser Bilderreihe die bekannten Zeichen des Tierkreises, jedoch untereinander verbunden und belebt durch eine Menge Figuren, vierzig im ganzen, die die verschiedensten Arten von Thätigkeit vorstellen; z. B. hüllt sich ein Mann frierend in seinen Mantel, ein anderer pflügt, ein dritter stampft mit dem Fufse auf Trauben u. s. f. Thiele untersucht diesen Tierkreis und weist nach, dafs, obgleich verschiedene Gruppen unerklärt bleiben, doch deutlich ein Prinzip in der Anordnung des Ganzen zu erkennen sei, nämlich dafs das Bilderwerk eine Art Volkskalender vorstellen soll: es markiert die einzelnen griechischen Monate durch die Eintrittszeichen der Sonne während jeden Monats und weist gleichzeitig durch die Figuren auf die landwirtschaftliche oder bürgerliche Thätigkeit hin, welche sich der betreffenden Jahreszeit anpafst, z. B. das Pflügen und Säen, die Zeit der Spiele, der Weinernte u. s. w.

Es wäre auch interessant, die malerischen und zeichnerischen Versuche bis zu ihren Uranfängen zurück verfolgen zu können, die seit ältester Zeit in der Abbildung des gestirnten Himmels gemacht worden sind. Doch ist die antiquarische Forschung, ehe sie zu einer zusammenhängenden Darstellung des ganzen Gebietes gelangen kann, zunächst noch überwiegend auf die Untersuchung innerhalb engerer Grenzen und auf einzelne hervorragende Objekte hingewiesen. Das hauptsächlichste Werk, an dem schon seit alter Zeit eine künstlerische Darstellung der Sternbilder (der griechischen Philosophen) versucht worden ist, bildet die bekannte Dichtung des Aratos, worin der ganze Himmel mit seinen Sternbildern besungen wird. Ein besonders schönes Objekt in Gestalt eines solchen illustrierten Aratos aus dem frühen Mittelalter existiert als Handschrift aus dem neunten Jahrhundert. Die Handschrift ist noch wohl erhalten und zeigt auf 95 Pergamentblättern eine prachtvoll in Farben ausgeführte Darstellung der Sternbilder, begleitet von den Versen des Aratos. Thiele hat diese Handschrift gleichfalls zum Gegenstand eingehenden Studiums gemacht. Nach der Art der Zeichnung, der Verwendung der Farben und der deutlichen Wiederkehr gewisser antiker Formen zu schliefsen, stammt die Handschrift wahrscheinlich aus einer der Malerschulen, welche im fränkischen Reiche durch die Karolinger errichtet worden sind. Da-

durch wird sie zu einem der wichtigsten Denkmäler der Malerei aus dieser alten Zeit und zugleich ein interessantes altes Zeugnis für die Entstehung der Bücherillustrationen. Vermutlich diente als Vorlage der Handschrift eine jener Prachtausgaben des Aratos, welche im vierten Jahrhundert in Gallien kursierten.

Aus der interessantesten Lebensperiode Michael Faradays erzählt Rosenberger in einem kürzlich erschienenen Buche: „Die moderne Entwicklung der elektrischen Prinzipien“ folgende Episode: Faraday, bekanntlich ein gelernter Buchbinder, war am 1. März 1813 Gehilfe des berühmten Chemikers Sir Humphry Davy geworden; er hatte als solcher die Verpflichtung, den Transport der Instrumente und Apparate für die Vorlesungen in der Royal Institution zu überwachen, und sie jedesmal nach dem Gebrauch, wie auch aufserdem alle Woche oder Monate wenigstens einmal zu reinigen. Im Laufe der Zeit gelang es ihm, seine Position vornehmlich auch dahin zu verbessern, dafs er zu eigenen Studien und Experimenten Gelegenheit fand.

Auf eine gelegentliche Äufserung Davys hin erwärmte Faraday eines Tages in einer zugeschmolzenen Glasröhre Chlorhydrat, sodafs in der Röhre eine grofse Menge Chlor frei werden mufste. Das Hydrat schmolz, und über dem gebildeten Wasser zeigte sich das grünlichgelbe Chlorgas, aus dem sich nach und nach auf dem Wasser und an den Wänden der Glasröhre eine gelbe, ölige Flüssigkeit in Tropfen absetzte.

Ein bekannter Arzt und Mitglied der Royal Society, der zufällig durch das Laboratorium ging und dem die scheinbaren Schmutztropfen in der Röhre auffielen, nahm daraus Veranlassung, den jungen Chemiker gutmütig herablassend auf die Notwendigkeit absoluter Reinlichkeit bei chemischen Versuchen aufmerksam zu machen. Faraday aber konnte dem weisen Herrn am nächsten Morgen die kurze, jedenfalls verblüffende Mitteilung zukommen lassen: „Verehrter Herr! Das schmutzige Öl, welches Sie gestern bemerkten, war nichts anderes als flüssiges Chlor. Ihr treu ergebener M. Fr.“

Diese erste gelungene Verflüssigung eines Gases war es, die Faraday mit einem Schlage die allgemeine Anerkennung als eines nicht blofs ebenbürtigen, sondern auch überlegenen wissenschaftlichen Forschers sicherte. Sp.

Exakte Härtebestimmungen verschiedener Materialien verdanken wir erst der allerneuesten Zeit. Die Mineralogie begnügt sich zur Erkennung der Härte eines Minerals bis auf den heutigen Tag mit der Methode der Ritzung, indem sie denjenigen von zwei Körpern als härter bezeichnet, der den anderen mit einer Spitze zu ritzen im stande ist. Mohs hatte am Anfang dieses Jahrhunderts 10 Mineralien von successive steigender Härte ziemlich willkürlich ausgewählt und aus ihnen seine berühmte, wohl jedem Leser von der Schule her noch geläufige Härteskala hergestellt, nach welcher z. B. einem Mineral, welches nur Talk zu ritzen imstande war, dagegen von Gyps geritzt wurde, die Härte 1—2 zuerkannt wurde, während der unerreichte Diamant als einziges Mineral von der Härte 10 galt. Um die Bestimmung der Härte durch Ritzen exakter zu gestalten, als dies bei freier Handführung möglich war, hatte Seebeck als ritzenden Körper ein für allemal eine Diamantspitze gewählt, welche mit Hilfe eines Hebels so weit belastet wurde, bis eine deutliche Ritzung des zu untersuchenden Materials erfolgte. Die erforderliche Belastung des Hebels konnte dann als Mafs für die Härte dienen, aber die Beurteilung der Stärke der Ritzung blieb doch eine subjektive.

Wesentlich einwandfreier wurden die durch Seebecks „Sklerometer" gefundenen Ergebnisse, als Jannetatz den Ritz mittelst des Mikroskops betrachtete und seine Breite mikrometrisch mafs; aber auch die dadurch festgestellten Härten gestatteten nur eine relative Vergleichung der Mineralien. Wenn auch auf diesem Wege sich schon erkennen liefs, dafs die Stufen der Mohsschen Skala von sehr ungleicher Gröfse sind, so konnte doch erst eine schärfere Definition des Härtebegriffes absolute Zahlenangaben über diese wichtige Festigkeitsart ermöglichen. Es ist das Verdienst von Prof. F. Auerbach, eine gelegentlich von Hertz gegebene Definition der Härte in diesem Sinne verwertet zu haben. Auerbach ist auf Grund seiner Versuche zu folgender Fassung der Definition der Härte gelangt: „Härte ist diejenige Eindringungsbeanspruchung [1]), bei welcher bei spröden Körpern Trennung der Teile und bei welcher bei plastischen Körpern stetige Anpassung stattfindet." Der Apparat, mit welchem Auerbach die so definierte Härte bei einer Reihe von Körpern untersuchte, besteht aus dem kugelförmigen Ende eines Stäbchens, welches mit Hilfe von Hebeln mit einer mefsbaren Kraft gegen eine ebene Fläche des zu untersuchenden Körpers gedrückt werden kann. Steigert man hierbei all-

[1]) d. h. diejenige Belastung einer kleinen Flächeneinheit.

mählich den Druck, so läfst sich mit einem Mikroskop bei spröden Körpern leicht der Moment des Auftretens eines Sprunges und zugleich die Gröfse der gedrückten Fläche bestimmen, woraus sich dann die Härte im Sinne obiger Definition in absolutem Mafse berechnen läfst. Bei plastischen Körpern (als solche erwiesen sich z. B. Steinsalz und Flufsspat) erfolgt jedoch kein Sprung, sondern die Platte wird zu einer Mulde eingedrückt, während die drückende Kugelfläche eine gewisse Abflachung erfährt. Es tritt hier alsbald der Fall ein, dafs die Druckfläche der Belastung proportional wächst, dafs also der auf 1 qmm entfallende Druck nicht mehr zunimmt. Es ist dann der bei solchen Körpern für die Härte mafsgebende kritische Punkt erreicht, und die Belastung der Flächeneinheit, bei welcher das Material dem Druck nachzugeben beginnt, mufs dann füglich als Härtemafszahl dienen.

Die Ergebnisse der mit dem beschriebenen Apparat gemachten Messungen sind nun interessant genug. Zunächst wurden verschiedene Glassorten untersucht, deren Härte in weitem Spielraum zwischen 173 und 316 (kg, qmm) variierte, was etwa den Mohsschen Härtegraden 5 bis 7 entspricht. Wie wenig jedoch die althergebrachte Ritzungsmethode wissenschaftlich brauchbar ist, ging daraus hervor, dafs trotzdem auch das weichste Glas selbst das härteste zu ritzen imstande war. Auerbach untersuchte nun die Intervalle der Mohsschen Skala und fand darin einige von ganz überraschender Gröfse. So ist die neunte Stufe Topas—Korund gröfser als die ersten acht zusammengenommen, und noch mehrere ähnliche Ungleichheiten werden aus der folgenden Tabelle leicht bemerkt werden, in welcher die den einzelnen Mineralien entsprechenden Festigkeitsgrenzen (in Kilogrammen des Druckes auf das Quadratmillimeter) angegeben sind:

Name des Minerals	Mohssche Härte	Wahre Härte (kg, qmm) nach Auerbach	Härtemafszahl nach Rosival
Talk	1	5	$^1/_{33}$
Steinsalz . . .	2	20	$1^1/_4$
Kalkspat .	3	92	$4^1/_2$
Flufsspat . .	4	110	6
Apatit . . .	5	237	$6^1/_2$
Feldspat . .	6	253	37
Quarz	7	308	120
Topas . . .	8	525	175
Korund . . .	9	1150	1000
Diamant . . .	10	—	140000

Eine andere, für die Praxis einfachere, aber dafür auch weniger

exakte Methode der zahlenmäfsigen Härtebestimmung ist zuerst von Toula angegeben und neuerdings von Rosival in ausgedehnterem Mafse angewendet worden. Sie besteht darin, dafs eine gewogene Menge eines Standard-Schleifmaterials (z. B. Normal-Korund von 0,2 mm Korngröfse) mit einer ebenen Fläche des zu untersuchenden Körpers auf einer Glas- oder Metallscheibe bis zu einem unwirksamen Schlamm zerrieben wird, was in wenigen Minuten erzielt werden kann. Der Gewichtsverlust, den der reibende Körper dabei erleidet, gestattet dann leicht, den Volumenverlust zu berechnen, dessen reciproker Wert als Mafs für die Härte dienen kann. Die auf diesem Wege gefundenen Zahlen, welche in der letzten Spalte der obigen Tabelle bereits mit aufgeführt sind, zeigen in ähnlicher Weise wie die Auerbachschen Werte die grofse Ungleichheit der Intervalle der Mohsschen Skala und geben auch die gewaltige Kluft an, welche den Korund noch vom Diamanten trennt, eine Kluft, deren praktische Folgen erst durch das künstlich dargestellte Carborundum[2]) gemildert worden sind. Die ziemlich erhebliche Discordanz im Zahlengange bei Auerbach und bei Rosival, welche in dem Härteintervall Apatit—Feldspat zu Tage tritt, dürfte vermutlich auf die beträchtlichen Schwankungen zurückzuführen sein, denen nach Rosival die Härte bei verschiedenen Stücken einer und derselben Mineralspecies oft unterliegt. — Auch das sogenannte Usometer, ein von Jannetatz und Goldberg zur zahlenmäfsigen Härtebestimmung construirtes Instrument, beruht auf dem Prinzip der Abnutzung durch Schleifen. Eine Probe der zu untersuchenden Substanz wird hier durch ein Gewicht gegen eine schnell rotierende Schleifscheibe gedrückt, und der Gewichtsverlust mit dem des gleichzeitig unter denselben Verhältnissen geschliffenen Normalkörpers verglichen. F. Kbr.

²) vgl. Himmel und Erde, Bd. IX, S. 378.

Bibliographisches

Himmelskunde. Versuch einer methodischen Einführung in die Hauptlehren der Astronomie. Von Joseph Plassmann. Mit einem Titelbild in Farbendruck, 216 Illustrationen und 3 Karten. Freiburg im Breisgau, Herdersche Verlagshandlung, 1898. XVI und 627 S. 8°.

Der Verfasser bietet dem Laien, der mit der heutigen Bildung eine mehr oder weniger grofse Summe von astronomischen Kenntnissen aufgenommen, aber sich nicht recht veranschaulicht, oder dem, der die Glocken überhaupt noch nicht läuten gehört hat, — nicht etwa, wie der Titel sagt, nur einen Versuch methodischer Einführung — sondern ein Meisterwerk populärer Unterweisung, das ihm deutlich sagt, wo und wie diese Glocken hängen.

Mit aufserordentlichem Lehrgeschick führt Herr Plassmann durch sein Buch in die Hauptlehren der Astronomie ein. Er erläfst dem Leser dabei Rechnungen nicht, führt sie aber auch so verständlich vor, dafs der ernste Leser sie nicht leicht überschlagen wird. Die ersten Kapitel dienen der Orientierung am Himmel und der Einführung in die verschiedenen astronomischen Koordinatensysteme. Dabei verfährt der Verfasser so eingehend, dafs jeder, der das Buch am Schreibtisch und nicht nur auf dem Sofa vornimmt, mit voller Anschaulichkeit die drei Systeme sehen kann. In diese Kapitel eingeschlossen findet der Leser u. a. zwei Nachbildungen von Sternphotographien am Pol und Äquator und sieht darin das Mittel vor sich, mit dem in neuester Zeit so erfolgreich am Himmel geforscht wird; ferner eine Darstellung der Universalinstrumente, Angaben über Kartenprojektion, die Gestalt der Erde etc. (Hierbei sei zu Fig. 25 bemerkt, dafs die Ellipsen, die in ihr, wie in manchen anderen, augenscheinlich aus freier Hand gezeichnet sind, an den Enden zu schmal sind. Der Neigungswinkel zwischen der Kreis- und Ellipsenebene, der in der Mitte ca. 33° beträgt, geht nach den Enden hin unter 23° herunter), endlich ein äufserst klarbelehrendes Kapitel über die wahre und mittlere Sonnenzeit.

Nach einem der Optik gewidmeten Abschnitt (Licht, Refraktion, Absorption und Dämmerung. Das Funkeln der Sterne und die Sternfiguren) wird der Mondlauf ausführlich und mit Hilfe eines zwar ungewöhnlichen Anschauungsmittels beschrieben, das aber seinen Zweck völlig erfüllt, dem Laien ein Bild der Mondbahn zu geben. Darauf folgen zwei Kapitel über die Zeitrechnung und die Achsendrehung der Erde, und dann der Grundstein unserer astronomischen Anschauung, das copernikanische System. Der Weg ist weit, den der Leser zurücklegen mufs, bis er an diese Grundlage aller astronomischen Anschauung kommt, aber er ist gut geebnet, und wer ihn aufmerksam durchwandert, hat dafür auch eine lebhafte Anschauung und Verständnis für die Richtigkeit der copernikanischen gegenüber der ptolemäischen Anschauung. Auch diese

führt der Verfasser seinen Lesern so eingehend vor Augen, wie es diesem grofsen Versuch der Alten, sich die Himmelserscheinungen zu erklären, angemessen ist.

Die folgenden Kapitel schildern als optische Beweise für die Richtigkeit des copernikanischen Systems die Aberration des Lichtes und die Parallaxe der Sterne; dann das Kepplersche und Newtonsche Gesetz, die durch elementare Rechnung miteinander in Zusammenhang gebracht werden —; ferner die Präcession und Nutation, Konstellationen, Bedeckungen und Finsternisse.

Die zweite Hälfte des Werkes ist der Beschreibung der Sonne, der Planeten, Kometen, Meteoriten und Fixsterne gewidmet. Dem von der Sonne handelnden Abschnitt ist ein Excurs über die Spektralanalyse eingefügt, deren vielfache Verwendung in der Astronomie der Leser an mehreren Stellen kennen lernt. Treffliche Abbildungen im Text (nur dem Zodiakallicht Fig. 111 und 112 ist eine minder gute Darstellung zu teil geworden) und eine grofse Zahl von prächtigen Voll- und Doppelbildern, die z. T. anderen Werken entnommen, zumeist aber Originale sind, veranschaulichen den Text.

Das 37. Kapitel: „Werden und Vergehen im All. Die Nebularhypothese" beschliefst gewissermafsen diesen 2. Teil des Werkes. Den Schlufs des Ganzen bilden zwei Kapitel über astronomische Instrumente und Einrichtung von Sternwarten und über geschichtliche Bemerkungen. Beigefügt ist endlich noch eine Zusammenstellung der wichtigsten Himmelserscheinungen vom 1. April 1898 bis 31. Dezember 1900.

Überflüssig möchte es erscheinen, dem Werk unter denen, die sich für Astronomie interessieren, weite Verbreitung zu wünschen. Es ist so sorgfältig gearbeitet, didaktisch so vorzüglich aufgebaut und endlich so gut ausgestattet, dafs es des Erfolges sicher sein kann. Schm.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Sängerinnen auf dem Wege nach Dawson-City.
(Zu Wensky Klondyke S. 309.)



Zeltlager während der Reise.
(Zu Wensky Klondyke S. 309.)

Himmel und Erde.

Die Lehre von der Bewegung der Erde im griechischen Altertum.

Von Professor **Wilhelm Foerster** in Berlin.

Wir verdanken dem warmen Freunde der Urania, Herrn Prof. Schiaparelli in Mailand, neuerdings einen höchst bedeutsamen Beitrag zu der Entwickelungsgeschichte der Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne. Schiaparelli hatte bereits früher in seinen höchst wertvollen Darlegungen über die Vorläufer des Kopernikus und über die Sphärentheorie des Eudoxus unsere Kenntnis der Ergebnisse griechischen Denkens auf dem Gebiete der Kosmologie wesentlich gefördert, und er hat uns jetzt an der Hand von neueren philologisch-historischen Forschungen über die griechischen Kosmologen wiederum ganz neue Einblicke in das Werden der Welterkenntnis eröffnet.

Wir wollen versuchen, ohne näheres Eingehen in die mathematischen Einzelheiten dieser merkwürdigen Entwickelung hier in aller Kürze diejenige Auffassung über die Leistungen des griechischen Altertums auf diesem Gebiete darzulegen, zu welcher uns der gegenwärtige Stand der bezüglichen Forschung berechtigt, und zwar wollen wir es uns zur besonderen Aufgabe stellen, zugleich die völlig unhistorische Auffassung, welche hinsichtlich des Gegensatzes zwischen Ptolemaeus und Kopernikus noch immer verbreitet ist, zu bekämpfen.

Für die Annahme einer Bewegung der Erde um die Sonne gab der unmittelbare Augenschein den Menschen keinerlei Anhaltspunkte. Überhaupt waren rein irdische Mafsbestimmungen, wie sie bei ganz folgerichtigem Denken sehr wohl zur Entstehung der Lehre von der Kugelgestalt und von der Drehung der Erde führen konnten, zum

Nachweise jener Bewegung der Erde nicht vorhanden. Auch hier war es aber die griechische Philosophie, welche mit ihrer unvergleichlichen Hellsichtigkeit schon sehr früh die Wirklichkeit hinter dem Schein der unmittelbaren Wahrnehmung und im Gegensatze zu den Einbildungen des gewöhnlichen unentwickelten Denkens ahnte. Auch hier kamen aber dieser kühnen Weltweisheit die soliden Zählungs- und Messungsergebnisse von vielen Jahrtausenden vorangegangener astronomischer Arbeit in Ostasien und Babylon zu gute.

Um die Zeit, in welcher die Griechen von Babylon ausgehende Überlieferungen wissenschaftlicher Art empfingen, konnte man dort aus Jahrtausende umfassenden Beobachtungen der Mondfinsternisse schon wissen, dafs die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde ungefähr das 30fache des Durchmessers der Erdkugel beträgt (ein Bruchstück eines Verzeichnisses solcher babylonischen Beobachtungen von Mondfinsternissen ist uns völlig urkundlich durch Ptolemaeus überliefert worden). Ein sehr einfaches, häufig in alten Zeiten angewandtes Verfahren konnte sodann aus dem Abstande vom Auge, in welchem man eine kreisförmige Scheibe von bestimmtem Durchmesser halten mufs, um damit den Vollmond genau zuzudecken, sehr leicht das Ergebnis ableiten, dafs die mittlere Entfernung des Mondes von uns nahezu das 110fache seines Durchmessers betrage. Hiernach ergab sich der Durchmesser der Erde $\frac{110}{30}$, also etwa das 3,7fache von demjenigen des Mondes. Aber aus den Mondfinsternissen konnte man auch ableiten, dafs die Sonne viel, viel weiter von uns entfernt sei als der Mond. Da nun die Sonne uns nahezu ebenso grofs erscheint als der Mond, mufste die Sonne in Wirklichkeit viel, viel gröfser sein als der Mond, also jedenfalls erheblich gröfser als die Erde.

Eine mehr oder minder deutliche Kunde von diesem Gröfsenverhältnis war offenbar in jener Zeit schon unter den Wissenden verbreitet. Aristarch von Samos glaubte späterhin (um 260 v. Chr.) zu erweisen, dafs die Sonne 19mal weiter entfernt sei als der Mond. Hiernach hätte man schon damals annehmen können, dafs die Sonne einen Durchmesser habe, welcher mehr als $\frac{19}{3{,}7}$, also mehr als 5mal so grofs sei als der Durchmesser der Erde. Aristarch selber hat hierfür nicht diese Zahl, aber einen Verhältniswert von nahezu derselben Gröfsenordnung abgeleitet.

Noch mehr als durch den Gedanken, dafs die Bewegung eines gröfseren Körpers um einen kleineren unwahrscheinlich sei, wurden in-

dessen die grofsen Denker der pythagoraeischen Schule von einer anderen Ideenfolge bewegt, als sie die Meinung zuerst fafsten und verkündeten, dafs die Erde nicht im Mittelpunkte der Welt und daher auch nicht unbewegt sein könne. In den himmlischen Gestaltungs- und Bewegungs-Erscheinungen glaubten sie die erhabene Harmonie und Stetigkeit, die gröfsere Einfachheit und Gesetzmäfsigkeit, die vollere Verwirklichung idealer Formen und Forderungen in Raum und Zeit zu erkennen, von welcher das irdische Leben und zumal das Menschenleben noch so weit entfernt blieb. Es war insbesondere auch die hohe Vollendung des natürlichen Zeitmafses in dem scheinbaren täglichen Umschwunge des Sternenhimmels, welche als etwas Göttliches schon von den Astronomen der Urvölker erfafst worden war, und welche jetzt den Bewegungen der Himmelswelt eine ergreifende Verwandtschaft mit denjenigen vom Menschen hervorgerufenen Bewegungen verlieh, aus deren musischen Tonwirkungen die Seele auf Erden ideale Stimmungen schöpfte.

Aus jenen Ideenfolgen, aus denen auch die Vision von der Harmonie der Sphären hervorging, entwickelte sich immer deutlicher die Lehre, dafs die Erde einer centralen Stellung in der Welt nicht würdig sei, und dafs sie daher ebenso, wie die anderen Weltkörper, die sich scheinbar um die Erde bewegten, in Wirklichkeit um einen idealen Mittelpunkt kreisen müsse.

Dafs die Sonne, die Leuchte der Welt, selber dieser ideale Mittelpunkt sein könne, und dafs alsdann die Bewegung der Erde um die Sonne die scheinbare jährliche Ortsveränderung der Sonne am Himmelsgewölbe und unter den Sternbildern erklären könne, ist in dieser Phase der griechischen Naturphilosophie allerdings noch nicht klar ausgesprochen worden und hat auch in der Gipfelung, welche diese Pythagoräische Kosmologie in Platons Gedanken und Lehren erreichte, höchstens als eine Art von Geheimlehre oder mystischer Ahnung gegolten.

Dagegen haben die kühnen Seherblicke, welche die harmonistische Spekulation in die Welträume warf, zweifellos auch das astronomisch-mathematische Denken jener merkwürdigen Zeit beflügelt und befruchtet, so sehr die Vertreter der strengen Methode und die Astronomen von Fach sich mit Recht dagegen sträubten, jene Lehren schlechtweg als astronomische Theorieen gelten zu lassen.

Aus der ägyptischen Überlieferung war inzwischen der Gedanke nach Griechenland gekommen, dafs die beiden beweglichen Gestirne, welche bald als Abendsterne östlich, bald als Morgensterne westlich

von der Sonne standen, und deren jeder dabei eine bestimmte Grenze des Abstandes von der Sonne nicht überschritt, nämlich Merkur und Venus, sich in Wirklichkeit um die Sonne bewegten und zugleich von der Sonne bei deren jährlicher Ortsveränderung in dem gegen den Äquator des Himmels um die sogenannte Schiefe geneigten gröfsten Kreise, der Ekliptik, um den Mittelpunkt der Welt mit herumgetragen würden. Hieraus waren die Anfänge der Lehre von der Darstellung zusammengesetzter periodischer Bewegungen am Himmel durch sogenannte epicyklische Bewegungsformen entstanden, nämlich die Annahme, dafs der Mittelpunkt einer kreisförmigen Bahn, in welcher sich ein Gestirn in gleichförmiger Drehung bewege, auch seinerseits wieder in einer Kreisbahn mit ähnlicher gleichförmiger Drehung um einen anderen Mittelpunkt bewegt sein könne u. s. w.

Bei näherem Zusehen hatten auch diejenigen Wandelsterne, welche sich am Himmel beliebig weit von der Sonne entfernen, derselben sogar am Himmel gegenüberstehen können, sodafs sie um Mitternacht durch den Meridian gingen, nämlich die Planeten Mars, Jupiter und Saturn, besonders deutlich der erstere, ganz ähnliche Bewegungen erkennen lassen, wie Merkur und Venus am Himmel ausführten. Diese Ähnlichkeit trat ganz unverkennbar hervor, wenn man sich die Beziehungen zur Sonne in den Stellungen dieser letzteren beiden Planeten wegdachte und von der Besonderheit absah, dafs diese beiden der Sonne näheren Planeten in ihrer gröfsten Nähe zur Erde, d. h., wenn sie bei ihrer Bewegung um die Sonne zwischen Erde und Sonne zu stehen kommen, in der stärkeren diffusen Erleuchtung der der Sonne näheren Himmelsflächen verschwinden. Bei Mars konnte man auch mit ganz kunstlosen Beobachtungen sehr deutlich erkennen, dafs, wenn er der Sonne gerade gegenüberstand, seine Helligkeit am gröfsten war, während er einige Monate vor und nach dieser Zeit, auch ohne dafs er sich noch in der Morgendämmerung oder schon in der Abenddämmerung befand, sehr viel lichtschwächer war.

Alle diese Wahrnehmungen deuteten darauf hin, dafs der Planet Mars und auch in ähnlicher Weise, nur weniger deutlich, Jupiter und Saturn bei ihrer im allgemeinen in derselben Richtung wie die jährliche Sonnenbewegung von Westen nach Osten fortrückenden Wanderung am Himmel noch Bewegungen um den in derselben Weise am Himmel wandernden Mittelpunkt eines Kreises ausführten, ganz ähnlich wie Merkur und Venus um die Sonne.

Für die Astronomen von Fach waren diese Verallgemeinerungen

allerdings noch wenig annehmbar, um so weniger, als bei genauerem Zusehen die scheinbare Bewegung des Merkur um die Sonne von einer gleichförmigen Kreisbewegung um die Sonne als Mittelpunkt sehr merklich abwich. Zu verschiedenen Zeiten waren nämlich die Grenzwerte der Abstände, um welche Merkur sich von dem Mittelpunkte der Sonne entfernte (und zwar infolge der starken Excentricität der von ihm um die Sonne beschriebenen Ellipse), so beträchtlich verschieden, dafs die Astronomen zur Erklärung der Merkurbewegungen mit der altägyptischen Hypothese unmittelbar nicht viel anzufangen wufsten, ja sogar späterhin gezwungen waren, zur vollständigeren Erklärung und Vorausberechnung der Merkurbewegung in aller Form dem Mittelpunkte seiner Bahn eine veränderliche Lage gegen den Sonnen-Mittelpunkt zu geben.

Ungefähr in dieser Phase der Entwickelung entstand die Sphärentheorie eines Zeitgenossen Platons, des Eudoxus (um 350 v. Chr.), in welcher mit grofser mathematischer Findigkeit und Feinheit der letzte und am vollkommensten durchgeführte Versuch gemacht wurde, das ganze Weltbild und die Erklärung aller Himmelsbewegungen, unter Ablehnung aller naturphilosophischen Verwegenheiten, dem unmittelbaren Augenschein so nahe wie möglich anzuschliefsen, nämlich auf die centrale und ruhende Stellung der Erde und auf streng konzentrische Beziehungen aller Bahnen zu diesem Mittelpunkte zu begründen. Dies geschah dadurch, dafs dem Monde, der Sonne und jedem der fünf Wandelsterne je ein System von mehreren durchsichtigen Kugelhüllen zugeteilt wurde, deren jede sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit um den gemeinsamen Mittelpunkt Erde und um zwei Pole drehte, während innerhalb jedes dieser einzelnen Systeme die Kugelhüllen so in einander gefügt waren, dafs die am einfachsten bewegte derselben bei ihrer eigenen Drehung die Pole mit sich bewegte, um welche die nächstbenachbarte Kugelhülle sich zugleich selber drehte u. s. f., und dafs erst die letzte, deren Bewegung am meisten zusammengesetzt war, das Gestirn selber trug.

Es mufs hier darauf verzichtet werden, die Einrichtung dieser sehr zusammengesetzten Drehungen, welche für die einzelnen Himmelskörper von Eudoxus ersonnen war, mathematisch näher zu beschreiben. Eine höchst lichtvolle und umfassende Darlegung der Einzelheiten dieser Theorie und ihrer Leistungen in der Nachbildung der beobachteten Bewegungen ist ein Hauptverdienst von Schiaparelli. Es möge hier die Bemerkung genügen, dafs es Eudoxus gelungen ist, fast alle zu seiner Zeit bekannten Besonderheiten aller jener Be-

wegungen mit ziemlicher Annäherung zahlenmäfsig und sogar mit einer gewissen Anschaulichkeit darzustellen. Was diesem Erklärungsversuche aber gänzlich mifslang, war die Deutung der verschiedenen Helligkeiten, in welchen die Gestirne in bestimmten wiederkehrenden Phasen ihrer Bewegungen am Himmelsgewölbe und ihrer Stellungen zur Sonne erglänzten. Es lag so nahe, diese Schwankungen der Helligkeit nicht sowohl mit den Beleuchtungsphasen, wie beim Monde, (die aber nur bei Merkur und Venus erheblich waren), sondern vielmehr mit Schwankungen der Entfernungen der betreffenden Gestirne von der Erde in Verbindung zu setzen, und hierfür versagte die Sphärentheorie des Eudoxus ihre Hilfe gänzlich.

Innerhalb des Jahrhunderts nach der Aufstellung dieser Theorie machte nun aber die aus der Pythagoräischen Auffassung hervorgegangene kühnere Kritik des unmittelbaren Augenscheins und die Anwendung des epicyklischen Prinzips grofse Fortschritte, wie uns jetzt zweifellos durch Schiaparelli dargelegt ist. Heraklides von Pontus schuf eine Theorie, welche die Sonne zum Mittelpunkte der Bewegungen nicht blofs von Merkur und Venus, sondern auch von Mars, Jupiter und Saturn machte, ganz ähnlich, wie es später unmittelbar nach Kopernikus noch durch Tycho Brahe geschah. Nur für die Sonne und den Mond würde die Bewegung um die Erde noch beibehalten, aber die Bewegungen der übrigen Wandelsterne wurden in ihren grofsen Zügen fast vollständig dadurch erklärt, dafs ihr Mittelpunkt, die Sonne, alljährlich ihre Bahnen um die Erde herumtrage.

Von dieser Annahme war nur noch ein Schritt, allerdings ein kühner und grofser Schritt, bis zu der Annahme, dafs die Sonne der ruhende Mittelpunkt der Planetenbewegungen sei, und dafs die ebenfalls um diesen Mittelpunkt erfolgende Bewegung der Erde alle dieselben Erscheinungen vollständig bedinge, welche durch die jährliche Mitbewegung der Bahnen jener Planeten mit der Bewegung der Sonne um die Erde hervorgebracht werden sollten. Und dieser letzte Schritt wurde sehr bald nach Heraklides von Pontus durch Aristarch von Samos in Athen wirklich gethan.

Wie vollständig sich dieser freie Denker trotz aller physikalischen Schwierigkeiten, welche die mathematischen Forscher damals noch in dieser Bewegung fanden, die Wirklichkeit dieses Vorganges vor Augen gestellt hat, läfst uns eine ganz authentische Stelle in einem mehrere Jahrzehnte danach geschriebenen Buche des Archimedes erkennen. Dieser grofse Mathematiker, welcher aber seinerseits dem

kühnen Fluge des Aristarch offenbar nicht folgte, giebt uns hierüber eine Bemerkung von äufserster mathematischer Trockenheit und Kürze, deren Sinn aber zweifellos der folgende ist: Gegen die Annahme des Aristarch, dafs die Erde sich alljährlich um die Sonne bewege, habe man eingewendet, dafs alsdann diejenigen Sternbilder, denen die Erde auf dieser Wanderung sich nähere, und ebenso diejenigen, von denen sie sich entferne, ganz ähnliche Erscheinungen zeigen müfsten, wie man sie bei den Bewegungen auf der Erde erkenne. Diejenigen Sterne, denen man bei der Wanderung der Erde auf jenem grofsen Umkreise sich nähere, müfsten auseinander rücken, diejenigen, von denen man sich dabei entferne, müfsten näher zusammen zu rücken scheinen. Aristarch aber habe diesen Einwand einfach damit abgewiesen, es sei sehr wohl denkbar, dafs die Sterne von der Erde und Sonne soweit entfernt seien, dafs die ganze jährliche Bewegung der Erde um die Sonne von ihnen aus nur in sehr kleiner Winkelgröfse erblickt werde, somit auch keinerlei merkliche perspektivische Veränderungen ihrer Stellungen, von der bewegten Erde aus gesehen, hervorbringen könne.

Hiermit sind wir also schon ganz und gar bei der Kopernikanischen Weltauffassung und bei denjenigen jetzt geltenden Annahmen über die Sternentfernungen angelangt, welche im Laufe unseres Jahrhunderts durch eine grofse Zahl verfeinerter Messungen deutlich erwiesen worden sind.

Die unmittelbaren Nachfolger des Aristarch, nämlich die astronomischen und mathematischen Fachmänner, welche hauptsächlich an der Sternwarte des Museums zu Alexandria in den nächsten 400 Jahren die Entwickelung der astronomischen Bewegungstheorien weiter führten, unter ihnen die genialen Männer Hipparch (140 v. Chr.) und Ptolemäus (140 n. Chr.), verhielten sich gänzlich ablehnend gegen die oben dargelegte pythagoräisch-platonische Naturphilosophie und gegen die Lehre des Heraklides und des Aristarch. Sie folgten den strengeren methodischen Gesichtspunkten des Aristoteles, welcher die pythagoräischen naturphilosophischen Hypothesen für mindestens verfrüht erachtet hatte. Sie hatten insofern recht, als die solide Erforschung der Himmelserscheinungen sich nicht mit solchen Theorien begnügen durfte, welche damals nur einige grofse Züge der Erscheinungen erklärten, aber zahlreiche kleinere und doch eben so verbürgte und ernst zu nehmende Besonderheiten der beobachteten Bewegungen durch ihre Annahmen nicht vollständig und erschöpfend darzustellen vermochten.

Diese treue Arbeit der mathematischen Darstellung aller vorhandenen sorgfältigen Messungsergebnisse führte in der That zunächst zu sehr berechtigten Zweifeln an der Realität derjenigen Welterklärungen, welche durch die Bewegung der Erde alle Schwierigkeiten des Verständnisses, sowie der Nachbildung und Vorausbestimmung der Bewegungs-Erscheinungen am Himmel beseitigt zu haben glaubten. Insbesondere führte Ptolemäus durch die gründliche mathematische und rechnerische Behandlung aller ihm bekannt gewordenen, nicht blofs der in den letzten Jahrhunderten in Alexandria gesammelten, sondern auch in den vorhergegangenen Jahrhunderten, hauptsächlich in Babylon, angestellten Beobachtungen der Bewegungen am Himmel mit grofser Sorgfalt den Nachweis, dafs die Annahme einer so zu sagen perspektivischen Wirkung, welche durch die Bewegung der Erde um die Sonne in dem Anschein aller anderen Planeten-Bewegungen hervorgebracht werden könnte und die einfachste Erklärung gewisser gemeinsamer Besonderheiten derselben darbiete, in Wirklichkeit mit zahlreichen anderen Besonderheiten der Planeten-Bewegungen in sehr erhebliche Differenzen gerate, welche seine Gewissenhaftigkeit nicht zu unterdrücken wagte.

Ptolemäus lehnte daher die Annahme der Ruhe der Sonne und der Bewegung der Erde um die Sonne, sowie auch der Drehung der Erde vollständig ab.

Wenn man näher in die von Hipparch und Ptolemäus auf der Grundannahme einer ruhenden und centralen Stellung der Erde geschaffene Bewegungstheorie der übrigen Weltkörper eingeht, so sieht man allerdings deutlich, dafs auch diese beiden grofsen Forscher durch den konsequenten Ausbau ihrer Nachbildungen der beobachteten Bewegungen selber immer mehr von der Annahme einer centralen Stellung der Erde abgedrängt wurden. Sie hatten nur beim Monde diese centrale Stellung der Erde festgehalten; in den Bahnen der übrigen beweglichen Weltkörper, nämlich der Sonne und der fünf sogenannten Wandelsterne, mufsten Mittelpunkte der Bewegungen angenommen werden, welche mit dem Mittelpunkte der Erde nicht zusammenfielen, sondern von diesem um weite Strecken, nämlich um Hunderte von Erddurchmessern, und zwar für die verschiedenen Planeten um verschiedene Strecken und in verschiedenen Richtungen, abstanden.

Von einem sogenannten geocentrischen, die Erde als Mittelpunkt festhaltenden System war also auch in der Astronomie der strengsten Fachmänner schon längst nicht mehr die Rede, als Ptolemäus noch

immer die ruhende Stellung der Erde behauptete. Überhaupt sieht man ganz klar, dafs der Übergangsprozefs zu der Lehre von der Bewegung der Erde auch die astronomischen Fachmänner in ihrem tiefsten Denken bereits lebhaft beschäftigte, und dafs es bei diesen ernsten Denkern hauptsächlich nur noch die vorerwähnten Schwierigkeiten waren, die in den feineren Mafsbestimmungen der Bewegungen am Himmel sich dem letzten grofsen Schritte entgegensetzten, die nur scheinbar ruhende Stellung der Erde in der Nähe der festen Mittelpunkte der einzelnen Planetenbahnen wirklich entschlossen aufzugeben.

Wir wissen jetzt, dafs jene Schwierigkeiten zu einem wesentlichen Teile durch unbewufste systematische Messungsfehler bedingt wurden, welche von jenen Astronomen bei dem unentwickelten Charakter ihrer Seh- und Mefswerkzeuge begangen wurden; aber jedenfalls verfuhren sie im besten Glauben und mit der formalen Strenge des Gedankens, welche zu den tiefsten Grundbedingungen des Erfolges wissenschaftlicher Erkenntnisarbeit gehört, und welche ihnen selber auch zu unvergänglichen und für die ganze weitere Entwickelung unentbehrlichen Entdeckungen geholfen hat. Insbesondere hat das Lebenswerk des Ptolemäus die eminente Bedeutung gehabt, dafs alle diejenigen Seiten des Problems, welche für die positive oder negative Entscheidung die mafsgebendsten waren, nunmehr aufs deutlichste hervortraten. Die nächsten anderthalb Jahrtausende lieferten dann hauptsächlich durch die arabischen Astronomen und noch am Ende des 15. Jahrhunderts durch die Beobachtungen der damals in Nürnberg blühenden Sternwarten gerade für diese Seite des Problems die entscheidenden zahlreicheren, genaueren und umfassenderen Messungen, mit denen Kopernikus dann den siegreichen definitiven Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne erbringen konnte.

Kopernikus und Keppler, welche die Lehre von dieser Bewegung und von den entsprechenden Bewegungen der anderen Planeten streng astronomisch an der Hand der sämtlichen vorhandenen Messungen ausbildeten, vereinigten die Geistesverfassung eines Aristarch mit derjenigen eines Ptolemäus. Ebensowohl die ausgezeichneten fachmännischen Arbeiten des letzteren sowie seines grofsen Vorgängers Hipparch, als die philosophische Freiheit und Kühnheit des Denkens der griechischen Harmoniker waren die Quellen, aus denen der gewaltige Strom der gegenwärtigen astronomischen Erkenntnisarbeit entsprang. Es ist danach eine völlig irrtümliche Auffassung, auch innerhalb der Wissenschaft die kopernikanische Epoche

als eine Art von Umsturz zu betrachten. Vielmehr besteht auch in diesem Übergang bei den leitenden Geistern wissenschaftlichen Denkens eine edle Stetigkeit und eine treue Pietät für die Leistungen der Vorgänger. Nur in den Einbildungen der grofsen Menge und in den Sophismen ihrer von den Interessen des Tages und der Macht getrübten Führer erschien die grofse Klärung des Weltbildes als eine Art von revolutionärer Katastrophe. Ganz besonders feindlich stellte sich zu einer solchen vermeintlichen Revolution der astrologische Aberglauben, der sich schon in den letzten Jahrhunderten griechisch-römischer Kultur der Aufgebung der centralen Stellung der Erde leidenschaftlich widersetzt hatte, sodann auch die streng kirchliche Weltanschauung, die eine Zeit lang sich mit dieser Stellung der Erde untrennbar verbunden wähnte, während in Wirklichkeit ihre tieferen und dauernden Elemente davon völlig unabhängig sind und in der Ruhe der Seele, nicht der Erde, wurzeln.

Es war um die Mitte des sechszehnten Jahrhunderts, als es Kopernikus gelungen war, die damals bekannten Planetenbewegungen durch eine Art von excentrischer Kreisbewegung der Erde und der Planeten um die Sonne zu erklären, und es gelang alsdann Keppler im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts, unter voller Ausnutzung dieser Bewegung der Erde in unvergleichlich sinnreicher Weise die Gestalt der besonders stark excentrisch erscheinenden Bahn des Planeten Mars genau auszumessen und dadurch zu erweisen, dafs die Planeten sich in Ellipsen um die Sonne bewegen, die sich in dem einen Brennpunkte dieser Ellipsen befindet. Newton aber vollendete gegen Ende des siebzehnten Jahrhunderts mit der Entdeckung und Durchführung des Gesetzes der allgemeinen Massenanziehung die Grundzüge der mathematischen Erklärung der Bewegungen in unserem Planetensystem.

Wie sehr aber selbst in die Lebensarbeit von Keppler noch die Ergebnisse des Wirkens der griechischen Astronomen, insbesondere von Hipparch und Ptolemaeus, fördernd und entscheidend eingriffen, dafür liefern seine eigenen Darlegungen in dem epochemachenden Werk „Über die Bewegung des Mars“ (1609) die eingehendsten Nachweise.

Seine Entdeckung des sogenannten Flächengesetzes, nämlich die Verallgemeinerung des Nachweises, dafs in den Bahnen der Planeten von der Verbindungslinie eines Planeten mit der Sonne (von dem sogenannten Radius vector) in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschrieben werden, hat ihre Entstehung in einem merkwürdigen Ver-

halten, welches Ptolemaeus mit aller Sicherheit in der Bewegung des Mars, Jupiter und Saturn erkannt hatte. Dieser grofse Astronom, eine der glänzendsten Zierden des an bedeutenden geistigen Erscheinungen so reichen Zeitalters der Antonine, hatte nämlich in den Ortsveränderungen jener Planeten am Himmel zuerst mit Sicherheit eine Bewegungsform erkannt, welche bereits das wesentliche Kennzeichen einer elliptischen Bewegung unter der Wirkung einer Centralkraft, nämlich das Flächengesetz, näherungsweise erfüllte. Diese Form bestand in einer Kreisbewegung, zu deren Mittelpunkt zwei andere Punkte nach Art der beiden Brennpunkte einer Ellipse symmetrisch lagen. In dem einen dieser Brennpunkte erschien die in der Kreislinie erfolgende Bewegung des Planeten gleichmäfsig, so dafs die Verbindungslinie des Planeten mit diesem Brennpunkte in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschrieb, in dem andern Brennpunkte, dem Orte des Centralkörpers, erschien die Bewegung des Planeten ungleichmäfsig, aber derartig, dafs, wie Keppler erwies, näherungsweise das Flächengesetz schon erfüllt wurde. Jene Bewegungsform, die übrigens bei Ptolemaeus schon, ohne dafs er es merkt, aus den Venus-Beobachtungen auch für die Bahn der Sonne um die Erde oder der Erde um die Sonne gefunden wurde, enthält also bereits in ähnlicher Weise die Entdeckung der elliptischen Bewegung, wie in der Knospe die Blüte verborgen ist.

Überhaupt ist das grofse astronomische Lehrbuch des Ptolemaeus eine wahre Fundgrube von sinnreichen Gedankenverbindungen fruchtbarster Art. Dies gilt auch von den Elementen der Maschinerie, mit denen er einige der am Himmel beobachteten Ungleichförmigkeiten der Bewegungen der Planeten nachzubilden sucht. Darunter finden sich Übertragungsformen hin- und hergehender Bewegungen in Drehungen und umgekehrt, wie sie erst in den letzten Jahrhunderten in der Praxis zur Geltung gelangt sind.

Von besonderem Werte sind bei ihm auch viele Äufserungen von erkenntnistheoretischer Weisheit, welche keinerlei Zweifel übrig lassen, dafs auf den Höhen der altgriechischen Naturwissenschaft bereits volle Klarheit über das Wesen menschlichen Erkennens waltete, und dafs nicht erst Baco von Verulam die Grundsätze erfolgreicher Naturforschung gelehrt hat, er, der noch ein Jahrhundert nach Kopernikus dessen Lehre mit philiströser Kurzsichtigkeit ablehnte.

Eine Reise ins neue Goldland Alaska im Jahre 1898.

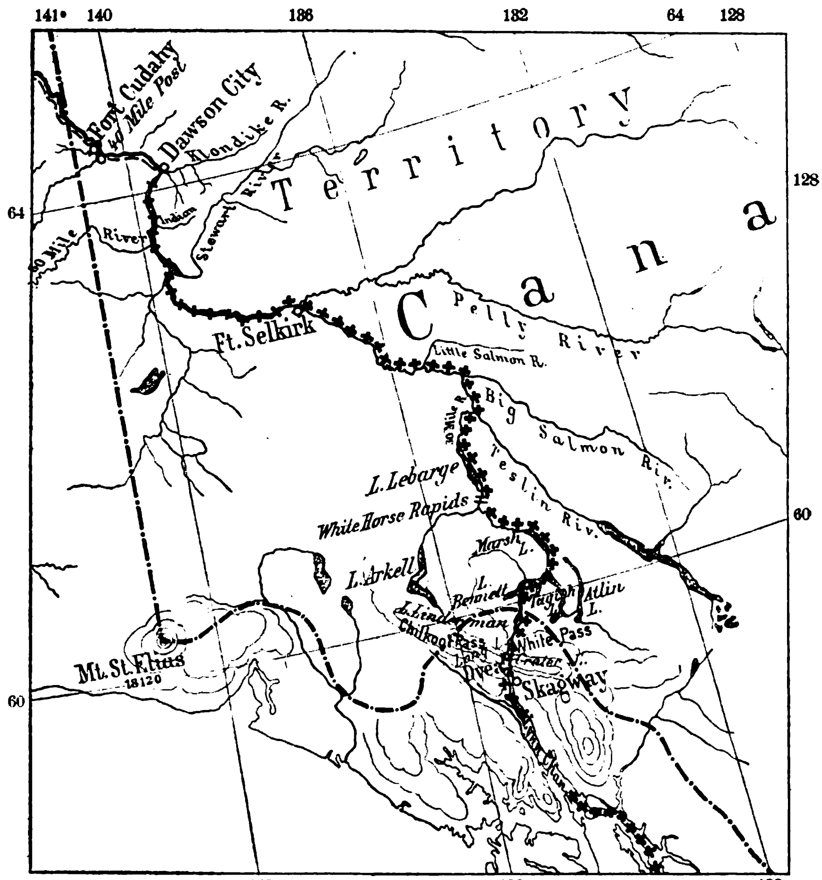
Von **Walter Wensky**, Oberleutnant d. L., in Berlin.

Die Halbinsel Alaska, zwischen dem 130. und 167.° westlicher Länge von Greenwich und dem 55. und 72.° nördlicher Breite gelegen, ist durch den 141.° westlicher Länge in zwei ungleiche Teile geteilt. Derselbe bildet die Grenze zwischen den Vereinigten Staaten und Kanada bis zu dem nahe der Südküste gelegenen Mount Elias, von welchem eine mit der Küste parallel nach Süden laufende Linie die Grenze bildet. Der durch diese Linie abgeschnittene Küstenstrich gehört den Verein. Staaten und schneidet das Kanadische Alaska, das North West Territory vom Meere ab. Der den Verein. Staaten gehörige Teil ist denselben im Jahre 1867 für den Preis von 7200000 Doll. von Rufsland abgetreten worden. Alaska war bis in die neueste Zeit wenig gekannt, seine Bevölkerung bestand aus wenigen tausend zerstreut lebenden Indianern, die sich von Jagd und Fischfang nährten. Aufser diesen waren es einige wenige Weifse, die für Rechnung der Hudson Bay Company der Pelze wegen dem Waidwerk oblagen.

Es war schon seit vielen Jahren durch die einheimischen Indianer bekannt gewesen, dafs sich in den Flüssen des Kanadischen North West Territory und Alaskas Alluvial-Gold befände, aber es waren immer nur geringe Mengen gefunden worden, deren Ausbeute sich nicht lohnte.

Der erste weifse Mann, der von der Südküste über das Gebirge bis zum oberen Yukon und diesen hinab bis zum Teslin Hootalniqua River vordrang, war George Holt. Er unternahm im Jahre 1878 eine Reise dorthin, aber die von ihm erreichten Erfolge waren so gering, dafs er bis zum Jahre 1881 keine Nachahmer fand. In diesem Jahre ging eine Gesellschaft von vier Goldsuchern (prospectors), deren Leiter George Langtry war, wieder über den gefürchteten Chilcoot-Pafs. Sie hatten etwas besseren Erfolg, ohne dafs derselbe jedoch dazu angethan war, andere zur Wanderung in dieses unwirtliche Land zu veranlassen.

Ähnliche kleine Expeditionen sind von Zeit zu Zeit immer wieder mit mehr oder weniger Erfolg unternommen worden, bis endlich der Prospektor Mc. Cormack im Jahre 1895 im Flufsbett des Bonanza Creek ungeheuer reiche und grofse Goldfunde machte, die ihn veranlafsten, für sich und seinen Schwager Claims abzustecken und eintragen zu



Reise über Land nach dem Klondyke-Gebiet.

lassen. Mc. Cormack war mit einer Indianerin verheiratet und wurde infolge dessen von den Indianern sehr gut unterrichtet. Als die Nachricht von diesen Funden zu den am unteren Yukon bei Circle City und Forty Mile City lebenden Jägern und Goldsuchern drang, machten diese sich sofort nach dem neuen Eldorado im Klondyke-Gebiet auf den Weg, und in kurzer Zeit war nicht nur der ganze Bonanza in Claims abgesteckt, sondern auch der gröfste Teil des Eldorado Creek.

Es dauerte nicht lange, so war an dem Einflufs des Klondyke

in den Yukon River eine Ansiedelung entstanden, die nach dem um Alaska verdienten Geographen Dawson Dawson City genannt wurde.

An der Küste wurde die Nachricht von den strikes, wie die Amerikaner die reichen Funde nennen, zuerst sehr skeptisch aufgenommen, ja man glaubte sie garnicht. Das Bild änderte sich jedoch mit einem Schlage, als die ersten glücklichen Prospektors mit den von ihnen gehobenen Schätzen herauskamen und sie den Ungläubigen zeigten.

Der Einwohner nicht nur Alaskas, sondern ganz Kanadas und der Vereinigten Staaten bemächtigte sich nunmehr eine auri sacra fames, ein wahrer Goldhunger, den die Yankees weniger geschmackvoll als drastisch mit Yellow fever, Gelbes Fieber, bezeichnen.

Dampfschiffahrts-Gesellschaften wurden gegründet, welche mit einander wetteiferten, die nunmehr in Scharen herbeiströmenden Argonauten von den südlicher gelegenen Häfen des Stillen Ozeans San Francisco, Seattle, Victoria nach dem Norden zu befördern.

Dafs die Yankees wenig skrupellos und gewissenhaft zu diesem Zweck alte ausrangierte Schiffe, die sie in diesem Falle coffins (Särge) nannten, wieder in Dienst stellten, hat zur Folge gehabt, dafs mehrere von diesen gleich bei der ersten Fahrt versagten und mit ihren Passagieren elendiglich zu Grunde gingen.

Wie die Dampfschiff-Gesellschaften auf dem Wasser, so haben die Eisenbahnen auf dem Lande gewetteifert, den Verkehr über Land an sich zu reifsen, und die Konkurrenz hat es dahin gebracht, dafs man die ungeheure Strecke von über 4000 miles = 7500 km, die der Schnellzug in ununterbrochener Fahrt von 6 Tagen und 6 Nächten zwischen den Häfen des Atlantischen und Stillen Ozeans durchbraust, für den unglaublich geringen Preis von 25 Doll. oder 100 Mk. zurücklegen konnte.

Es entstand nunmehr eine wahre Völkerwanderung nach Alaska; aber nicht nur die Bewohner Amerikas wurden von diesem Goldfieber ergriffen, sondern die Goldsucher sind von allen Teilen der Welt dem neuen Goldlande zugeströmt.

Seattle, der nördlichste Hafen an der Westküste der Vereinigten Staaten, der sich bis dahin nur mit dem Verfrachten und der Ausfuhr der Nutzhölzer aus dem Staate Washington befafst hatte, erlangte dadurch plötzlich eine Wichtigkeit und Bedeutung, die ihn bereits jetzt mit San Francisco auf eine Stufe stellt, ja es vielleicht sogar schon überflügeln läfst.

Es giebt zwei Wege und zwei ganz verschiedene Arten des

Reisens, das Klondyke-Gebiet zu erreichen. Beide führen über San Francisco, Seattle oder Victoria.

Der eine kürzere Weg führt nach dem Lynn Canal über Skagway oder Dyea und den White- bezw. Chilcoot-Pafs bis an den Lake Bennett, von dort den Yukon River hinunter bis nach Dawson City. Im Sommer kann man die Reise von Bennett bis Dawson City mit dem Dampfer in 3—4 Tagen zurücklegen; im Winter auf Hundeschlitten dürften 3—4 Wochen darüber vergehen. Für die Winterreise sind jetzt auf der ganzen Strecke den Yukon entlang von der N. W. M. P.



Goldgräber mit Hundeschlitten.

(Polizei) Blockhäuser zur Aufnahme der Wanderer gebaut worden, und zwar in einer Entfernung von je 30 miles oder 50 km von einander; also immer eine Tagereise.

Der andere 4000 miles = 7500 km längere Weg, All water route genannt, führt von San Francisco, Seattle oder Victoria um die Halbinsel Unalaska herum nach St. Michael, von dort den Yukon River hinauf nach Dawson City.

Dieser letztere Weg ist der bei weitem bequemere. Er hat aber den grofsen Nachteil, dafs er erstens viel mehr Zeit in Anspruch nimmt und zweitens wegen des Eises auf dem Yukon River und auf dem Bering-Meer erst Anfang Juli von St. Michael angetreten werden kann.

Das Bering-Meer in der Nähe der Yukon-Mündungen, die ein

Delta bilden, und der ganze untere Lauı des Yukon sind durch die von demselben mitgeführten Sandmassen versandet und für gewöhnliche Flufsdampfer unfahrbar gemacht.

Aus diesem Grunde sind von den Amerikanern für jenen Zweck besonders flachgehende Flufsdampfer, und zwar Hinterraddampfer (Sternwheelers) gebaut worden.

Die im unteren Yukon befindlichen Sandbänke setzen jedoch auch diesen Dampfern, selbst bei hohem Wasserstande, fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen.

Trotzdem diese Boote stets von einheimischen Indianer-Lotsen geführt werden, die mit den Flufsläufen genau vertraut sind, bleiben sie doch alle ohne Ausnahme von Zeit zu Zeit stecken, weil die Sandbänke nicht an demselben Platze liegen bleiben, sondern durch den Strom von einer Stelle fortgerissen an die andere hingeschwemmt werden und ihre Lage dadurch verändern.

Selbst die erfahrensten Lotsen werden auf diese Weise oft irre geführt und fahren auf Sandbänke auf. Es ist nichts Ungewöhnliches, dafs solch ein Dampfer 2, ja 3 Tage lang auf einer Sandbank sitzen bleibt, und es erfordert meistens die allergröfsten Anstrengungen, denselben wieder flott zu machen.

Ein anderer wunder Punkt der Yukon-Dampferfahrten ist der Umstand, dafs zum Heizen keine Kohlen zur Verfügung stehen und man auf das Holz der die Ufer bedeckenden Waldungen als Brennmaterial angewiesen ist.

Da solch ein grofser Flufsdampfer täglich 15—18 Klafter oder 36 Raummeter Holz zur Feuerung verbraucht, und bei voller Ladung wegen des geringen Tiefganges, den er nicht überschreiten darf, nur 5 Klafter oder 10 Raummeter Holz aufnehmen kann, so ist es leicht, sich einen Begriff davon zu machen, wie langweilig eine solche Fahrt wird, während welcher mehrere Mal täglich gestoppt werden mufs, um Holz einzunehmen.

Aus diesem Grunde haben sich an beiden Ufern des Yukon nomadisierende Holzfäller niedergelassen, die an ihnen geeignet erscheinenden Stellen Bäume fällen, schneiden, in Klaftern aufstellen, und in ihren Zelten am Ufer die Ankunft eines Dampfers abwarten, mit dessen Kapitän sie während der Vorbeifahrt wegen der Lieferung und des Preises unterhandeln, und von dem sie Bestellungen für ihn oder andere entgegennehmen.

Trifft der Dampfer zur geeigneten Zeit auf seiner Fahrt derartige Holzniederlagen nicht an, so ist er für die Beschaffung des nötigen

Brennmaterials auf seine eigene Mannschaft angewiesen. Der Dampfer legt in solchen Fällen dann an bewaldeten Stellen an; die Mannschaft begiebt sich an Land und beginnt nun mit dem Fällen und Schneiden, manchmal des Nachts bei elektrischem Licht.

Time is money, und deshalb werden in solchen Fällen die Passagiere des Dampfers von dem Kapitän aufgefordert mitzuarbeiten. Sie erhalten für diese Arbeit 1,50 Doll. oder 6,00 Mk. die Stunde, und jeder ist dabei willkommen.

Der erste auf diesem Wasserwege, das heifst über St. Michael, im Jahre 1898 angekommene Dampfer Monarch ist erst am 20. Juli in Dawson City eingetroffen, und früher dürfte aus den vorher angegebenen Gründen eine Ankunft auf diesem Wege kaum jemals zu erreichen sein. Er hat die Fahrt von Seattle über St. Michael nach Dawson City in 66 Tagen zurückgelegt.

Für meine Reise nach dem Klondyke-Gebiet habe ich den zwar beschwerlichen und gefährlichen, aber auch kürzeren und interessanteren Weg über das Gebirge und den Chilcoot-Pafs und von Lake Bennett den Yukon hinunter gewählt.

Die Fahrt von Bremen nach New-York und von dort mit der Great Northern-Eisenbahn nach Seattle bietet im März, in dem ich die Reise machte, wenig Schönes und Interessantes.

Seattle, eine echte, westamerikanische Stadt, hat es verstanden, fast den gesamten Durchgangsverkehr und Ausrüstungshandel nach dem Norden an sich zu reifsen und hat dadurch die Eifersucht San Franciscos, Tacomas und vor allen Dingen der kanadischen Häfen und Handelsstädte Vancouvers und Victorias in hohem Mafse erregt.

Seattle ist eine neue Stadt, die, ursprünglich ganz aus Holz erbaut und vor ungefähr 12 Jahren vollständig niedergebrannt, wie ein Phönix aus der Asche, neu erstanden ist. Mit breiten Strafsen, schönen, in Sandstein ausgeführten Bauten und Häusern.

Echt westamerikanisches Leben und reger Geschäftsverkehr, die es von Tacoma, der eigentlichen Regierungshauptstadt des Staates Washington vorteilhaft unterscheiden, verleihen der Stadt ein grofsstädtisches Gepräge, wozu nicht wenig ihre grofsen Hafenanlagen, die elektrische Beleuchtung und die nach allen Richtungen der Windrose verkehrenden Elektrischen- und Drahtseil-Strafsenbahnen beitragen.

Die Kunst wird im fernen Wild-West sehr stiefmütterlich behandelt, und ihre einzigen Tempel, die Theater, sind meistens der allerniedrigsten Art, die auch zum Teil in Kellern sich befinden.

Die Reklame treibt hier die sonderbarsten Blüten. So hat ein

schlauer Yankee, der eine Fabrik präparierter Eier hat, die für die Prospektors in Alaska besonders bestimmt waren, seine Konkurrenz dadurch aus dem Felde geschlagen, dafs er die Lacher auf seine Seite zog. Er hat einen etwa 10 Fufs grofsen, recht natürlich aussehenden Hahn mit Kamm und Sporen an einer Kette in der Stadt umherführen lassen. Der Führer des Hahns trug ein Reklameschild, auf dem die Vorzüge der präparierten Eier hervorgehoben waren, während der Hahn, in dem sich ein zweiter Mann befand, von Zeit zu Zeit laut krähte, mit den Flügeln schlug, und danach ein Straufsenei legte, das aber nicht auf die Erde fiel, sondern an einer Kette hängen blieb und dann wieder eingezogen wurde. Ganz Seattle sprach während einiger Tage nur von diesem Hahn, und das war der Zweck der Vorführung.

Nirgends besser als in Seattle kann man das Goldfieber beobachten. Alle sind davon ergriffen, keine Klasse der Bevölkerung ist davon ausgenommen. Advokaten verlassen ihre Bureaux, Richter nehmen ihre Demission, Ärzte lassen ihre Kranken im Stich, Polizisten verlassen ihre Posten, Matrosen desertieren von ihren Schiffen, Bergleute von Profession, ja selbst Besitzer guter Goldgruben in anderen Gegenden lassen die Beute für einen Schatten, für die Aussicht im Stich, um nach Alaska zu gehen.

Als der Dampfer Portland, dessen Rückkehr aus dem Norden von einer Zeitung, dem Seattle Post Intelligencer, vorher angemeldet war, im Hafen anlegte, war eine grofse Menschenmenge zusammengelaufen, um die zurückgekommenen Goldsucher zu begrüfsen.

Grenzenloses Erstaunen bemächtigte sich der Zuschauer, als sie die Ankömmlinge über die Landungsbrücke schreiten sahen, welche sich buchstäblich unter der Last der Goldsäcke bog, die diese niemandem anvertrauen wollten. Es waren Leute, die man gegen Ende des vorhergehenden Jahres ohne Mittel oder doch wenigstens ohne Vermögen hatte abfahren sehen.

Einer hatte 20 000, der andere 50 000, wieder andere mehr als 100 000 Dollars, und alle waren noch Besitzer goldhaltiger Claims im Klondyke Gebiet, welche auszubeuten sie kaum angefangen hatten. Der gesamte Wert des auf dem Portland mitgebrachten Goldes war mehr als eine Million Dollars.

Denselben Tag noch wurden die Händler von Ausrüstungsgegenständen, Lebensmitteln, Werkzeugen u. s. w., die Schuster und andere mit Aufträgen überhäuft.

Die Dampfschiffahrts-Gesellschaften rüsteten alle, selbst ihre ältesten Boote für den Zug nach dem Norden aus. Mehr als 50 000

Worte wurden an diesem Tage durch die Telegraphen-Bureaux in Seattle telegraphiert, als Antworten auf die Anfragen, die aus allen Teilen der Vereinigten Staaten eintrafen. Die Strafsen boten eine selbst hier ungewohnte Belebtheit dar. Die Bürgersteige waren versperrt durch die Säcke, Kisten, Schlitten, Decken und Waffen, Pelze und Felle.

Überall sah man neugebackene Miners oder Goldgräber und solche, die es werden wollten, die um die Preise feilschten, die Verpackung beaufsichtigten, oder Pferde, Esel und Hunde besichtigten, alte erfahrene Miners dagegen, die inmitten neugieriger Gruppen erzählten und ihre Abenteuer zum besten gaben, aus ihren Taschen die schönsten Goldklumpen zeigten, und den besten einzuschlagenden Weg erklärten, welchen man vor den Schaufenstern der Papiergeschäfte auf den ausgehängten Karten studierte, in der Freude über die Rückkehr und im stolzen Gefühl des Erfolges ganz uneingedenk der Leiden und des Elends, denen sie auf der Jagd nach dem Glück ausgesetzt gewesen waren.

Seattle ist das Emporium der Klondyke Outfitters oder Ausrüster, und seine Kaufleute und Handelsherren haben bezüglich des Handels mit Alaska reiche Erfahrungen gesammelt. Man kann sich hier für die Reise nach dem Norden in jeder Beziehung besser und dazu noch billiger ausrüsten, als irgend wo anders in den Vereinigten Staaten.

Die Abfahrt der fast täglich nach dem Norden abgehenden Schiffe bietet einen sehr interessanten Anblick. Heute geht ein eleganter Passagierdampfer ab, morgen ein alter Schooner, der notdürftig für diesen Zweck in stand gesetzt ist, alle bis auf den letzten Platz gefüllt mit Miners und deren Habseligkeiten.

Die letzte Nacht vor der Abfahrt wird gewöhnlich zwischen Kisten, Kasten und Säcken auf der Schiffsrhede zugebracht, um nur ja den Anschlufs nicht zu versäumen. Auf den Schiffen richtet sich jeder so gut wie möglich ein, aber trotz sehr hoher Fahrpreise ist von Bequemlichkeiten irgend welcher Art nichts vorhanden. Klassenunterschiede sind aufgehoben, und es giebt nur einen Preis. Die Inhaber der ersten Fahrscheine nehmen sich die Kajüten, während die übrigen mit dem Zwischendeck vorlieb nehmen müssen.

Stundenlang vor der Abreise sammelt sich eine Menge von Freunden und Neugierigen an, und ebenso kommen die zukünftigen Miners, denen es noch nicht gelungen ist, einen Platz auf diesem Schiff zu erkämpfen, und die auf die nächste Gelegenheit für die Abreise warten.

Die, welche abfahren, haben strahlende Gesichter, als wenn die

Millionen, welche sie ersehnen, schon ihr eigen wären. Eine nicht zu verkennende Unruhe und Nervosität bemächtigt sich aller, je näher die Stunde der Abfahrt heranrückt.

Die jungen Miners führen stolz ihre Goldgräberanzüge und breitkrempigen cowboy-Hüte spazieren, während die alten Erfahrenen die Sache kühler betrachten und aufs Äufsere nichts zu geben scheinen.

Immer befinden sich einige Frauen an Bord, die glücklich darüber sind, die Aufmerksamkeit und das Interesse der Zuschauer auf sich zu lenken. Sobald endlich das Pfeifensignal zur Abfahrt vom Kapitän gegeben wird, setzt sich der Dampfer unter dem Hurra aller Anwesenden langsam in Bewegung. Letzte Grüfse werden ausgetauscht, Tücher und Hüte geschwenkt, und fort gehts hinaus ins Meer dem ersehnten Goldland entgegen, das vielen Glück, manchem aber auch Elend bringt.

Die Fahrt zwischen den Inseln an der Westküste Kanadas entlang ist wenig abwechselungsreich. Das Klima ist milde, und die Küste, sowie die Inseln bilden eine Kette schön bewaldeter Hügel.

Auf unserer Fahrt kommen wir an Fort Wrangel und Juneau vorüber und sehen hier die von den Indianern dem Ahnenkultus geweihten sogenannten Totem poles. Dieselben sind 50 Fufs hoch, aus Baumstämmen geschnitzt, und jedes der darauf übereinander dargestellten Tiere bedeutet eine Generation, deren Stammvater den Namen des Tieres (Frosch, Adler, Bär, Reiher u. s. w.) getragen hat.

Nach 5 Tagen, manchmal auch schneller, je nach der Güte des Schiffes, kommen wir in den Lynn Kanal, an dessen Nordende die beiden amerikanischen Häfen Skagway und Dyea liegen, nur 5 oder 6 km von einander entfernt und durch Dampfschiffe verbunden.

Skagway liegt am Ausläufer des White-Pafs, der nur 2900 Fufs hoch ist, während Dyea zum gefürchteten Chilcoot-Pafs führt. Da ich bei meiner Ankunft in Skagway erfuhr, dafs der Erdboden infolge der milden Witterung südlich des Gebirges und durch den unausgesetzten Verkehr Tausender mit Lasttieren grundlos und der White-Pafs unpassierbar geworden war, entschlofs ich mich, über den 3500 Fufs hohen Chilcoot-Pafs zu gehen. Hier war der Schnee noch fest.

Skagway und Dyea sind die letzten Stationen der Civilisation; hier fängt die eigentliche Reise erst an, bei der jeder auf sich selbst angewiesen ist. Von jetzt an wohnt und lebt man im Zelt, das täglich aufgestellt und abgebrochen werden mufs. Man glaubt kaum, dafs es in einem solchen dünnen Leinwandzelt auf dem Schnee so warm und wohnlich sein kann, wie es in Wirklichkeit war. Nicht wenig trägt

hierzu allerdings der Ofen bei, auf dem im Zelt gekocht und gebacken wird.

Dyea-river, der nicht tief war, mufste durchwatet werden. Wir sehen auf dem Titelbild eine Gesellschaft von Sängerinnen nach Dawson City unterwegs, um das metaphorische Gold ihrer Stimmen gegen wirkliches Gold umzutauschen. Für die eine, die keine Gummistiefel hat, findet sich ein galanter Yankee, der sie Huckepack hindurch trägt. Später finden wir dieselben wieder, wie sie sich in ihren Zelten häuslich eingerichtet haben.

Um einer Hungersnot vorzubeugen, hatte die kanadische Regierung vorgeschrieben, dafs jeder Reisende 1000 Pfund, also 10 Zentner Lebensmittel, wie Mehl, Speck, Bohnen, Erbsen, Reis, getrocknete Kartoffeln, getrocknete Früchte, Konserven u. s. w. mit sich führen mufs.

Die Entfernung von der Küste bis Lake Bennett, dem ersten See, von dem an der Yukan schiffbar ist, beträgt ungefähr 35 miles oder 63 km.

Da ein Mann aber auf die Dauer nicht mehr als 1 Centner tragen, was nur die wenigsten leisten, und er aufserdem mit einer solchen Last kaum mehr als 20 km täglich fortkommen kann, braucht er für 1 Ctr. 3, für 10 Ctr. 30 Tage im günstigsten Falle.

Da die Träger die mit Gepäck zurückgelegte Strecke immer wieder zurückgehen mufsten, ist es nicht zu verwundern, wenn einige 2—3 Monate dazu gebraucht haben, ihr Gepäck über den Pafs zu schaffen.

Die meisten haben es so gemacht, dafs sie nicht den ganzen Weg auf einmal zurückgelegt, sondern ihr Gepäck nach und nach erst einige Meilen und so fort von Station zu Station weiter getragen haben.

Es haben sich auf diese Weise den Weg entlang gewissermafsen Etappen gebildet, auf denen dann unternehmende Yankees fliegende Wirtshäuser in Zelten eingerichtet haben, in denen man Kaffee oder Thee und Brot kaufen konnte. Eine Portion kostete gewöhnlich Mk. 2, am Hootalinqua sogar Mk. 3.

Die erste dieser Etappen lag 12,5 km von der Küste entfernt und hiefs nach der Schlucht (Canyon), an der sie gelegen war, Canyon-City. Die zweite hiefs Sheep Camp und lag schon 230 m hoch, 9 km von Canyon-City entfernt. Die dritte und höchste Etappe war auf dem Summit oder Gipfel des Passes, wo auch die kanadische Regierung ihr Zoll- und Steuerhaus eingerichtet hatte. Hier wurde einerseits festgestellt, ob jeder die vorgeschriebene Menge Lebensmittel besafs, andererseits wurde der dafür zu entrichtende Zoll erhoben.

Aus Kanada kommende Reisende, die Ausweise darüber hatten, dafs ihre Vorräte aus Kanada stammten, brauchten nichts zu entrichten, während alle anderen Zoll zu bezahlen hatten, der 15—30 Prozent des Wertes betrug, also ziemlich erheblich war. Er betrug für einen Mann im Durchschnitt 90—100 Dollar, etwa 400 Mk.

Die Einfuhr von Wein, Bier und Spirituosen war im allgemeinen überhaupt verboten und durfte nur mit besonderer Erlaubnis der Regierung und in beschränktem Mafse stattfinden. Der Verkauf von Spirituosen irgend welcher Art an Eingeborene, d. h. Indianer, ist unter allen Umständen bei hoher Strafe verboten.

Bis Canyon-City, das ungefähr 200 Meter hoch gelegen ist, war warmes Wetter gewesen, der Erdboden war infolgedessen weich, und das Vorwärtskommen sehr erschwert. Wege irgend welcher Art sind nicht vorhanden, es geht vielmehr durch Urwald und Gestrüpp, über Stock und Stein, Berg auf, Berg ab, über Abgründe, durch Flufsbetten und Bäche mit eiskaltem Wasser.

Es hat einen eigentümlichen Reiz, so den Elementen und Naturkräften gegenüber auf sich selbst angewiesen zu sein, auf seine eigene Kraft vertrauen zu müssen. Man mufs gesund, kräftig und ausdauernd sein.

Viele haben sich zu viel zugemutet. Die Reise stellt Gesundheit, Kraft, Mut und Ausdauer auf eine sehr harte Probe. Auf allen Etappen von Seattle bis sogar zu den White-Horse-Rapids sind Leute gewesen, die den Anstrengungen und Strapazen schliefslich doch nicht gewachsen waren, oder die den Mut verloren hatten und die Flinte, verhältnismäfsig kurz vor dem Ziel, noch ins Korn warfen.

Sie verkauften, am Wege irgend wo Halt machend, ihre Ausrüstungen, für die sich immer Käufer zu guten Preisen fanden, und traten dann den Rückweg an.

Es wurde mit einem Eifer, mit einer Ausdauer und mit einer wahren Leidenschaft, die jeder Beschreibung spotten, an dem Hinüberschaffen der Lasten über den Pafs gearbeitet.

Schlecht ist es den armen Tieren ergangen, die als Lastträger benutzt und rücksichtslos ausgenutzt wurden, ja ihnen gegenüber haben sich die Menschen Grausamkeiten und himmelschreiende Tierquälereien zu schulden kommen lassen, welche ein schwarzes Blatt in der Geschichte über die Goldfunde der Amerikaner in Alaska bilden.

Der Weg von Sheep Camp über den Pafs bis Lake Bennett war mit Tausenden von Pferde-, Esel- und Hundeleichen bedeckt, von

Tieren, die man zu Tode gearbeitet hatte, die unter ihrer Last zusammengebrochen waren. Als der Schnee zu schmelzen begann, hat die Polizei in Bennett an einem Tage in den Strafsen und in unmittelbarer Nähe des Ortes 250 Kadaver zusammenschleifen und verbrennen lassen, um eine Epidemie zu vermeiden; den gröfsten Teil hatten die überlebenden Hunde schon aufgefressen, die aus diesem Grunde von ihren Besitzern überhaupt nicht mehr gefüttert wurden.

Sheep Camp war eine gröfsere Niederlassung mit vielen Zelt- und Holzhäusern, Hotels, Kramläden und einigen tausend Zelten, in denen die Goldgräber ihre letzten Vorbereitungen für das Überschreiten des Passes trafen.



Im Gänsemarsch über dem Chilcoot-Pafs.

3 miles oder 5,5 km weiter, am Südabhange des Chilcoot-Passes, lagen die Scales, sogenannt nach den Stufen oder Scales, die in das Eis gehauen waren.

Hier von den Scales bis auf den Summit oder Gipfel war eine Drahtseilbahn für den Transport von Gütern gebaut, die aber oft nicht funktionierte. Die Eigentümerin dieser Bahn, eine Gesellschaft, hat auch den Transport von Gütern von der Küste an, also von Dyea bis zum Summit übernommen, jedoch ohne jede Verantwortlichkeit; für Fehlendes kam sie nicht auf. Es mufsten dafür je nach dem Angebot 10 bis 40 Dollar pro Ctr. bezahlt werden, und zwar vorher. Es kostete also auf diese Weise z. B. 1 Ctr. Mehl unter Umständen die Kleinigkeit von 160 Mk. mehr.

Zu denselben Preisen wie die Gesellschaft haben auch weifse

und indianische Lastträger Gepäck übernommen und befördert. Es wurde von diesen oder den Goldsuchern selber über den Pafs getragen, den sie im Gänsemarsch, einer in die Fufstapfen des anderen tretend, überschreiten mufsten. Wurde einer müde, und wollte er sich ausruhen, so mufste er links heraustreten, blieb dort ein Weilchen sitzen und trat dann wieder in die Reihe ein, um weiter zu steigen.

Der Weg bis zu den Scales war nur allmählich ansteigend und



Letzter und höchster Abschnitt des Chilcoot-Pafs mit 50 Grad Steigung.

ging in einem kleinen Bogen bis an dieselben heran. Der eigentliche Aufstieg war gewissermafsen in zwei ziemlich gleiche Abschnitte geteilt, von denen der untere der weniger steile war, und bei einer Steigung von vielleicht 40° ungefähr bis zur halben Höhe führte.

Rechts davon befand sich der sogenannte Petersen-Trail, auf dem, wenn auch mit Schwierigkeiten, Tiere emporklimmen konnten.

Der zweite und letzte Abschnitt war sehr steil, er hatte eine Steigung von 50°, wie aus unserem Bilde ersichtlich ist.

Als ich am 23. April zum letzten Mal über den Pafs ging, lag noch alles im tiefsten Winter, es herrschte ein fürchterlicher Schnee-

sturm, und tausende von sogenannten Caches, Plätze, an denen die Goldsucher ihre Habseligkeiten aufgestapelt hatten, waren verschüttet und wie mit einem riesigen weifsen Tuch überdeckt. Sie mufsten mit vieler Mühe und Gefahren erst aufgesucht und dann ausgegraben werden, viele wurden überhaupt nicht wieder gefunden.

Kurze Zeit vorher war zwischen Sheep Camp und den Scales eine Schneelawine niedergegangen und hatte 150 Argonauten verschüttet und begraben, nur einige wenige sind lebend wieder ans Tageslicht gebracht worden. Lawinen, die die Amerikaner Snow-Slides oder Avalanches nennen, sind hier sehr häufig, an manchen Tagen nimmt das schaurige donnerähnliche Krachen und Getöse, das sie verursachen, kaum ein Ende.

Mit dem Überwinden des Chilcoot-Passes war die schwerste Arbeit gethan; ging es doch nun, in der Hauptsache wenigstens, bergab. Am Nordabhange des Chilcoot-Passes, nur 100 m tiefer als der Summit, liegt Crater-Lake, wie schon sein Name sagt, ein alter Krater. Von hohen steilen Bergwänden ringsum eingeschlossen, liegt der See, mit tiefem Schnee bedeckt und von schweren weifsen undurchdringlichen Schneewolken überzogen, in einer beängstigenden Ruhe und Stille da, die durch keinen Laut unterbrochen wird. Eine wahre Grabesstille.

Eine tiefe Schwermut und Melancholie beschleicht uns, derer wir kaum Herr werden können.

Bis zu dem 16 miles oder 29 km entfernten Lake Bennett ist dann der Weg, der auf Schlitten zurückgelegt wird, verhältnismäfsig leicht. Er geht allmählich bergab, über Long Lake und Deep Lake. Über den 11 km langen Lake Lindermann lassen wir die Hunde frei laufen und fahren mit Segeln über das Eis.

Lake Lindermann ist ein schöner See, auf beiden Seiten von hohen dichten Waldungen umgeben; er würde sich vorzüglich dazu eignen, an ihm die zum Befahren des Yukon nötigen Boote zu bauen. Aber die Wasserscheide zwischen Lake Lindermann und Lake Bennett ist ein flacher Hügel, den ein schmaler Flufslauf mit reifsenden Stromschnellen durchschneidet, die dadurch sehr gefährlich sind, dafs sich in ihnen viele Felsen und Riffe befinden.

Waghalsige, die trotz aller Warnungen ihre Boote auf Lake Lindermann gebaut und versucht haben die Stromschnellen zu durchfahren, haben dies zum Teil mit ihrem Leben, viele aber mit dem Verluste ihrer Habseligkeiten bezahlen müssen.

Bei meiner Ankunft in Lake Bennett am 1. Mai war noch alles

in tiefen Schnee gehüllt, bald aber wehten laue Frühlingslüfte, die nicht nur Schnee und Eis in kurzer Zeit schmolzen, sondern auch mit Hilfe der Sonne, wie durch Zauber, eine üppige schöne Pflanzenwelt zum Leben erweckten und erblühen liefsen.

Von Lake Bennett aus ist der Yukon schiffbar. Ich hatte deshalb hier mein Zelt für einige Wochen aufgeschlagen, um meine Boote zu bauen. Bennet war eine grofse Niederlassung mit Wirts- und Gasthäusern, Verkaufsläden und sogar einer Kirche, alles in Zelten. Auch eine Dampfsägemühle war hier errichtet, in der man Bretter und Balken zum Bau seiner Boote kaufen konnte. Der Preis der Bretter war 25 cts = 1 Mk. für den Quadratfufs, während solche Bretter (1 Zoll stark) sonst vielleicht 10 Pf. kosten, hier also das Zehnfache. Es haben deshalb auch die meisten Goldsucher vorgezogen, die Bäume selber zu fällen und die Bretter selbst zu schneiden. Nachdem die Bretter über das Gerippe oder Gestell des Bootes genagelt waren, gings ans Kalfatern; die Fugen wurden mit geteertem Werg verstopft und mit Pech vergossen, um sie dicht zu machen.

Die von der North West Mounted police (Polizei) ausgestellten Free Miners Certificates, die je 10 Doll. kosteten, berechtigen zum Goldsuchen, zum Fällen von Bäumen für Bau und Brennzwecke, zur Ausübung der Jagd und zum Fischen.

Bennet sah aus wie eine ungeheure Boot-Bauanstalt, in der Tausende arbeiten, und zwar alle sehr emsig. Die Boote wurden, der Zahl der Mitreisenden entsprechend, grofs oder klein gebaut oder auch in Form von Fähren; alle waren mit Rudern und Segeln versehen; der Bau wurde immer gewissenhaft ausgeführt, handelte es sich doch ums eigene Leben und die eigene Sicherheit.

Mahlzeiten und Lebensmittel u. s. w. waren hier schon so teuer wie in Dawson City. Frühstück, Mittagbrot und Abendbrot mit Thee, Kaffee oder Kakao kosteten je 1,50 Doll. = 6 Mk., weshalb es natürlich die meisten vorzogen, ihre Mahlzeiten, wie auf dem Anfang der Reise, selbst zu bereiten.

Auch 2 Dampfschiffe, die auseinandergenommen über den Pafs geschafft worden waren, wurden hier zusammengestellt und haben Passagiere für 100 Doll. oder 425 Mk. nach Dawson City gebracht; bei diesem Preis war Verpflegung nicht eingeschlossen, die Passagiere konnten sich dieselbe auf dem Dampfer selbst bereiten oder zu den bekannten Preisen kaufen.

(Schlufs folgt.)

Nicolaus Coppernicus.

Von Professor **M. Curtze** in Thorn.

(Fortsetzung.)

II. Mannesjahre.

Nach der Beilegung der drohenden Kriegsgefahr wandte sich die Thätigkeit Sigismunds den innerpolitischen Aufgaben zu. Als wichtigste erschien die Wiederinangriffnahme der Münzregulierung. Anfang 1526 erliefs der König eine Verordnung, nach der die alte Münze einer neuen, nur in einer Münzstätte für ganz Preufsen geprägten zu weichen habe und mit der ebenfalls zu erneuernden polnischen Münze zwecks allgemeiner Geltung in Übereinstimmung zu bringen sei. Der Herzog erbat sich Frist; auf dem nach Ablauf derselben zusammenberufenen Landtage fehlte jedoch sein Bevollmächtigter zur grofsen Befriedigung der Städte, welche sich durch den Fortfall ihres Münzrechtes in ihren Privilegien geschädigt fühlten. Auch auf den späteren Tagfahrten befolgten seine mit unzureichenden Vollmachten erschienenen Abgesandten die gleiche Verschleppungspolitik. Die grofse Wichtigkeit der Materie veranlasste Ferber, als Präses der Stände, von dem sachkundigen Coppernicus eine Neubearbeitung seines früheren Gutachtens zu begehren. Um 1526 lieferte sie Coppernicus, und zwar nunmehr, da sie auch zur Benutzung seitens der polnischen Vertreter bestimmt war, in lateinischer Sprache. Wir finden darin einzelne Erweiterungen. So begründet der Verfasser den Gebrauch von Legierungen mit der geringeren Abnutzung und der Erhaltung einer untern Grenze für die Gröfse auch geringwertiger Geldstücke. Die schleichende Wirkung der Geldverschlechterung stellt er in erster Linie mit unter die Ursachen des Niederganges blühender Reiche, und exemplifiziert dies auf Preufsen, wo jetzt bereits — eine neue Verschlechterung gegen die Zeit seiner ersten Denkschrift — ein Pfund Feinsilber 30 Mk. gelte, statt früher 2 ungarische Gulden. Inzwischen sei ja auch das teuere Vaterland von seinem früheren Wohlstande herabgesunken ins tiefste Elend. Würde man dem Verderben nicht

bald Einhalt gebieten, so würde mit dem völligen Verschwinden des Silbers aus der Münze auch der gesamte Aufsenhandel aufhören. Die befürchtete Vermehrung des Druckes auf die zinspflichtigen Bauern widerlegt er damit, dafs diese nicht nur ihre Abgaben in besserer Münze zu leisten hätten, sondern auch ihre Produkte in dieser verwerten würden. Es folgen seine Vorschläge betreffs Einrichtung nur einer einzigen Münzstätte für jeden der beiden Teile Preufsens, welche dann an dem einmal festgesetzten Feingehalt unverbrüchlich festzuhalten habe, und Einziehung des alten Geldes ohne Scheu vor dem Verluste des Einzelnen. Für die Regelung laufender Verpflichtungen aus Kontrakten über Geldgeschäfte müfste allerdings, um Härten zu vermeiden, ein besonderer Modus gefunden werden. Schliefslich schlägt Coppernicus vor, das Wertverhältnis Gold zu Silber auf 1 zu 12 festzusetzen.

Auf fast allen dazu einberufenen Landtagen vertrat Coppernicus diese seine Ansicht als Deputierter des Bistums. Nach mancher Verschiebung infolge der schon erwähnten Verschleppungspolitik Herzog Albrechts kam endlich am 7. Mai 1528 zu Marienburg wenigstens eine teilweise Übereinkunft im Sinne des Coppernicanischen Gutachtens zu stande. Unter ausdrücklicher Anerkennung der städtischen Privilegien wurde die neue Münzstätte unter königlichen Münzmeistern eröffnet. Allein das neue Geld gelangte nur sparsam in den Verkehr, die alten Stücke kursierten weiter, und die Folge war eine heillose Verwirrung. Weder mehrere aufserordentliche Tagfahrten noch eine ordentliche Versammlung vermochten Hilfe zu bringen. Der einzige Beschlufs von einiger Bedeutung betraf die Betonung der Sonderstellung Preufsens in der Umschrift der neuen Stücke. Die Autorität der Landtage erwies sich also zu schwach, um dem Umlaufsverbot des minderwertigen Geldes Nachdruck zu geben. Ebensowenig gelang das auf dem polnischen Reichstage. Das Mandat König Sigismunds betreffs der Aufserkurssetzung, obgleich es alle mit einander widerstreitenden Interessen zu vereinigen suchte, ging ebenfalls wirkungslos vorüber. Da entschlofs man sich 1530 zu einer Ausschufssitzung der preufsischen Stände. Auch zu dieser wurde Coppernicus, wie wohl zu allen vorhergehenden Verhandlungen, deputiert, während der Bischof durch Kränklichkeit am Erscheinen verhindert war. Zum Begleiter erhielt er diesmal den Domherrn Alexander Sculteti an Stelle des anderweit in Anspruch genommenen, ebenfalls in die Materie eingeweihten Domherrn Felix Reich. Die pessimistische Anschauung unseres Nicolaus, die er

diesem letzteren schon früher vor zwei Jahren brieflich mitgeteilt hatte, behielt recht. Wieder sprengte des Herzogs Festhalten an seinem eigenen Münzfufs die glücklich begonnene Verständigung. Nicht geringere Schuld daran mifst Coppernicus auch den starken Geldforderungen Sigismunds bei, deren Last neben den Kosten der Münzregulierung nicht zu erschwingen war.

Soviel uns bekannt, bildet diese Verhandlung den Abschlufs der langjährigen Thätigkeit Coppernicus' in diesen unfruchtbaren Angelegenheiten. Daneben diente er dem Kapitel anderweit. Als Nuncius capituli bereiste er die früher von ihm verwalteten Ämter zu Revisionszwecken und führte die eingezogenen Gelder zur Kathedrale ab. Er vertrat, wie auf den ermländischen Landtagen, das Kapitel auch bei Festsetzung einer neuen Landesordnung für das Bistum. Ja mit einem so heterogenen Gegenstande, wie der Aufstellung einer Brottaxe für das Kapitelgebiet, deren Geltung nachher auf die ganze Diöcese ausgedehnt wurde, sehen wir ihn beschäftigt. Er zeigt sich auch in ihr als der genaue und gewiegte Mathematiker, den wir in seinem Hauptwerke bewundern.[22]) Viel wichtiger aber als alles andere ist für uns der offene Brief des Astronomen Coppernicus an seinen einstigen Studiengenossen Bernhard Wapowski, das Gutachten über Johannes Werners Präcessionstheorie.

Im Jahre 1522 hatte der Nürnberger Geistliche und zugleich tüchtige Mathematiker Johannes Werner ein Werk „de motu octavae sphaerae" erscheinen lassen,[23]) in welchem er über die im Geiste der Trepidationstheorie vermuteten Unregelmäfsigkeiten der Präcession der Äquinoctialpunkte sich verbreitete. Nach seiner Meinung war das Vorrücken derselben von Ptolemaios bis auf Alfons den Weisen in schnellerem Tempo erfolgt, als von Alfons bis auf seine Gegenwart, während er für die 400 Jahre zwischen Eudoxos und Ptolemaios eine Konstanz der Bewegung erweisen wollte. Trotz der willkürlichen Behandlung der zu Grunde liegenden Beobachtungen früherer Forscher fand das Werk grofsen Anklang und schnelle Verbreitung. Auch der frühere Studiengenosse des in astro-

[22]) Veröffentlicht von M. Curtze im 1. Hefte der Mitteilungen des Coppernicus-Vereins zu Thorn, S. 47—51.

[23]) Sie umfafst Blatt 45—96 des Druckes: „In hoc opere haec continentur. Libellus Joannis Verneri Nurembergen. Super viginti duobus elementis conicis . . . Eiusdem Joannis de motu octavae Sphaerae, Tractatus duo. Eiusdem. Summaria enarratio Theoricae motus octavae Sphaerae". Am Ende: „Impressum Nurembergae per Fridericum Peypus, Impensis Lucae Alantse Civis et Bibliopolae Viennensis. Anno M.D.XXII".

nomischen Kreisen allmählich zu hohem Ansehen gelangten Frauenburger Domherrn war in den Besitz eines Exemplars gelangt und wandte sich an diesen, um ein sachverständiges Urteil über den Wert der Wernerschen Anschauungen zu erhalten. Schon die lange Reihe von Coppernicus' in seinem Hauptwerke verwerteter eigener Beobachtungen aus den Jahren 1523—1527 deutet auf die jetzt gröfsere Mufse desselben zur Wiederaufnahme seiner Lieblingsforschungen. So wandte er auch dem übersendeten Werke eingehende Aufmerksamkeit zu; das Resultat war eine, allgemeines Aufsehen erregende, vernichtende Kritik seines Inhaltes in der damals üblichen Form solcher Mitteilungen, einem offenen Briefe, eben unserem Wapowskibriefe. Zunächst lobt der Referent Werners Eifer für die Wissenschaft, wenn er sich auch auf falschem Wege befände; und entschuldigt sein Unterfangen, Fehler nachweisen zu wollen, ohne Besseres an seine Stelle zu setzen. Als des ersten zeiht er den Verfasser der um 11 Jahre irrigen Datierung einer Ptolemäischen Beobachtung, was bei Beurteilung von Bewegungserscheinungen natürlich von grofsem Einflufs sein müsse. Von diesem Nebengebiete wendet er sich aber bald zur Widerlegung der gesamten Anschauungsweise Werners. Wenn, wie die Trepidationstheorie will, die Äquinoctialpunkte aufser ihrem Umlauf um den Weltmittelpunkt noch Kreise in einer zu ihrer Verbindungslinie senkrechten Ebene beschreiben, dann sind Zeiten jahrhundertelanger Präcessionskonstanz mit mittleren Werten ausgeschlossen. Vielmehr müssen mit Perioden scheinbarer Konstanz, aber mit gröfstmöglich verschiedenen Werten für die jeweiligen Geschwindigkeiten in den Zeiten $\frac{t}{4}$ und $\frac{3\,t}{4}$ — wenn uns diese allgemeine Bezeichnung erlaubt ist, und wir die Umlaufszeit t im Trepidationskreise vom aufsteigenden Knoten an rechnen — Perioden von Verlangsamungen und Beschleunigungen in den zwischenliegenden Zeitteilen regelmäfsig abwechseln.

Ferner wird ein Astronom, dessen benutzte Einzelbestimmungen in mit t oder Vielfachen von t übereinstimmenden Zwischenräumen stattfinden, natürlich den vollen Eindruck der Gleichförmigkeit von der Bewegung erhalten, während Einzelbestimmungen zu den Zeiten $\frac{t}{2}$ und t ganz andere Resultate als zu den Zeiten $\frac{t}{3}$ und $\frac{5}{6}t$ beziehungsweise o und $\frac{t}{2}$ gemachten Beobachtungen ergeben werden. Trotz seiner infolge des Fehlens allgemeiner Zahlenbezeichnung

schwer verständlichen Ausdrucksweise zeigt Coppernicus bei diesen Untersuchungen schon ein richtiges Verständnis vom Wesen einer Function und davon, dafs für eine solche in der Nähe eines Maximums oder Minimums die Änderungsgeschwindigkeit unendlich klein wird. Herbe wendet er sich gegen Werners Verfahren, der zu Gunsten seiner vorgefafsten Meinung den alten Astronomen - Beobachtungsfehler von einer Gröfse untergeschoben hätte, wie sie nur bei grober Unachtsamkeit möglich seien, statt infolge dieser Abweichungen seine Theorie nochmals auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Schliefslich verspricht er an anderer Stelle seine eigenen Ansichten zu entwickeln; und wenn im Anfange des dritten Buches der Revolutiones auch die bei Gelegenheit seiner sogenannten dritten Bewegung der Erde auftretende Libration im Principe noch der irrigen Trepidationslehre völlig entspricht, obwohl sie hier von höheren Gesichtspunkten getragen wird, so mufste doch nach seiner Darlegung ihrer geometrischen Folgen eine nur höchstens einige Jahrzehnte hindurch andauernde Beobachtung mit genügend feinen Instrumenten die Frage nach ihrem Dasein zur Entscheidung bringen.[24])

Der chronologischen Folge nach gehört an diese Stelle die Erwähnung des Elbinger Fastnachtspiels, wenn wir dieses auch zur Charakteristik für die erste Aufnahme der neuen Ideen gern anderswo gebracht hätten. Starawolski, der bei Broscius Einsicht in den Briefwechsel zwischen Giese und Coppernicus genommen hatte, erwähnt kurz, zu Fastnacht 1531 habe ein Ludimagister in Elbing Coppernicus und seine Lehre in einem Possenspiele verspottet. Im lutherisch gesinnten Elbing mufste ein Scherz auf Kosten des auch durch die versuchte Münzreform mit ihren Eingriffen in die städtischen Privilegien nicht gerade beliebter gewordenen, katholischen Domherrn doppelte Aussicht auf Erfolg haben; und schon genug Bruchstücke von der selbst für in anderen Anschauungen aufgewachsene Hochgebildete der Zeit schwer verständlichen Lehre waren aus privatim unterrichteten Gelehrtenkreisen vor der Drucklegung der Revolutiones zum Volke durchgesickert, um der urteilslosen Menge Stoff zum Lachen zu geben. Starawolskis Ludimagister scheint nach anderen Quellen der vor der Inquisition entflohene Holländer Wilhelm Gnapheus, später der erste Rektor des Elbinger Gymnasiums, gewesen zu sein. Damals eben erst angelangt, sah und gestand er später seinen Missgriff bei genauerer Bekannt-

[24]) Man vergleiche hierzu die Abhandlung S. Günthers im 2. Hefte der Mitteilungen des Coppernicus-Vereins über diesen Gegenstand.

schaft mit Coppernicus' Ideen ein. In seinen im Druck erschienenen Schriften ist auch jede derartige spöttische Anspielung sorgfältig getilgt. Der ebenfalls zu derselben Fastnachtszeit in anderweiten Aufzügen beleidigte Bischof Mauritius suchte vergebens von dem Rate Genugthuung zu erhalten. Auch eine Beschwerde bei Sigismund fand nicht die erhoffte nachdrückliche Berücksichtigung.

Die Krone Polens fand ja bei ihren naturgemäfsen Polonisierungsbestrebungen in dem neuerworbenen Lande und ebenso im Ermlande harten Widerstand; kein Wunder also, dafs Ferbers Beschwerde geringes Entgegenkommen fand. Während die weltlichen Stände des polnischen Preufsen für ihre Absonderungspolitik, welche augenblicklich hauptsächlich auf Verweigerung der Kriegshilfe an Polen hinauslief, einen Vorwand an den steten Kriegsdrohungen Deutschlands zur Rückgewinnung des früheren Besitzstandes und Wiedereinsetzung des Ordens fanden, widerstanden Bischof und Kapitel Ermlands ihrerseits beharrlich den Treibereien, welche durch die Neubesetzung erledigter Pfründen durch Polen eine allmähliche Polonisierung des Kapitels bezweckten, dem sonst nicht beizukommen war. Da gab die beabsichtigte Einsetzung Gieses zum bischöflichen Coadjutor dem Polenkönige einen rechtlichen Grund zum Eingreifen. Es entwickelten sich die schon oben erwähnten Streitigkeiten zwischen Giese und dem Halbpolen Dantiscus; mit des letzteren Siege gewann die Krone die Anwartschaft auf eine zukünftige Besetzung der ermländischen Kathedra durch eine verläfsliche, ihr ergebene Persönlichkeit und damit auch auf den erstrebten Einflufs im Schofse des Kapitels. Die eifrige Parteinahme für seinen Herzensfreund Giese trug Coppernicus aber der ihm einst ebenfalls ziemlich nahe stehende Dantiscus wohl auch in Zukunft nach, und die letzten Lebensjahre des Greises sollten durch diese später nochmals verschärfte Gegnerschaft seines Bischofs verbittert werden.

In den Anfang der dreifsiger Jahre fällt wohl auch noch die Abfassung des „Commentariolus de hypothesibus motuum caelestium“. Lange Zeit hatte man bei des Coppernicus oft betonter Zustimmung zu dem bekannten Gesetze des Pythagoras, den Zugang zu dem Heiligtum der Wissenschaft nur den berufenen Jüngern zu gestatten, Nachrichten über schriftliche Fixierung seiner Lehre und abschriftliche Versendung an Interessenten vor der Drucklegung der Revolutiones von der Hand gewiesen. Da fand sich 1878 zufällig in der Wiener Hof- und Staatsbibliothek eine Abschrift des Commentariolus und später eine zweite zu Stockholm, durch welche die ange-

zweifelte Nachricht als richtig bestätigt wurde. Auch alle Vorarbeiten zu demselben zeigten sich jetzt als in den einst von Coppernicus besessenen Büchern der Upsalenser Bibliothek erhalten.[25]) Coppernicus hat darin nach einem Rückblick auf die früheren Erklärungsversuche der Himmelserscheinungen für befreundete Gelehrte einen kurzen Abrifs seiner heliocentrischen Lehre niedergelegt. Voran gehen sieben Axiome, nach denen es 1. nur einen Mittelpunkt der Bewegungen der Himmelskörper giebt, dieses 2. nicht das Erdzentrum, um welches nur der Mond kreist, sondern 3. die Sonne ist. 4. Ist die Fixsternsphäre so weit entfernt, dafs man ein Verhältnis zwischen ihrem Abstand und planetarischen Entfernungen nicht auszudrücken vermag, und der Himmelsumschwung ist 5. nicht die Folge einer Eigenbewegung dieser Sphäre, sondern die einer Axendrehung der Erde, wie sich 6. auch die scheinbare Sonnenbewegung und 7. die Verwickelung der planetarischen Läufe aus einem Umlauf der Erde um die Sonne, nicht aus Eigenbewegungen der betreffenden Körper wenigstens hauptsächlich erklären lassen. Darauf folgt eine kurze spezielle Darstellung und Erklärung der einzelnen Bewegungsvorgänge ohne das grofse wissenschaftliche Material des Hauptwerkes, und freudig bewegt schliefst der Verfasser mit der Bemerkung, dafs so nur 34 Kreisbewegungen den ganzen verwickelten Reigentanz der Gestirne klar zu legen vermögen.

[25]) Man sehe die Ausgabe durch M. Curtze im 1. Heft der Mitteilungen des Coppernicus-Vereins zu Thorn und diejenige von Arvid Lindhagen im Bihang till K. Svenska vet. Akad. handlingar Band 6 No. 12 Stockholm 1881.

(Fortsetzung folgt.)

Nachtrag zu: Die Temperatur der Sonne.

Von Prof. Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Auf Seite 452 (X. Jahrgang) meines Aufsatzes über die Temperatur der Sonne habe ich einen Rechenfehler begangen; es mufs daselbst heifsen (letzter Absatz): Es ist dies $1/2^4$ . . . anstatt $\sqrt[4]{1/2}$. Dadurch ändern sich die auf Seite 453 für den Einflufs einer Temperaturänderung der Sonne auf die mittlere Temperatur der Erde gegebenen Zahlen sehr stark; dieser Einflufs wird so grofs, dafs die weiteren Schlufsfolgerungen bis zum letzten Absatz auf Seite 453, deren Sinn nicht geändert wird, als ganz selbstverständlich erscheinen.

Die Verbesserung dieses Fehlers, auf den mich Herr E. Dubois freundlichst aufmerksam gemacht hat, wirkt aber stark modifizierend auf das auf Seite 453 kurz berührte Nebenresultat, dafs die periodischen Klimaschwankungen, wie sie durch die Eiszeiten angedeutet sind, nicht durch die Änderungen der Sonnentemperatur hervorgerufen sein könnten, und ich möchte deshalb nunmehr etwas näher auf diesen Punkt eingehen.

Die Ansicht, dafs die Eiszeiten durch Variationen der Sonnentemperatur erklärt werden könnten, ist zuerst von E. Dubois ausgesprochen worden. Diese Theorie erscheint aber zuerst unwahrscheinlich, da man wohl allgemein glaubt, dafs hierzu sehr starke periodische Schwankungen der Sonnentemperatur erforderlich wären. Die exakte Rechnung lehrt aber, dafs diese Schwankungen keineswegs stark zu sein brauchen.

In dem angegebenen Aufsatze war gezeigt worden, dafs eine Abnahme der Sonnenstrahlung um rund $1/9$ ihres Betrages genüge, um für Mitteleuropa eine neue Eiszeit herbeizuführen. Diese Zahl war durch folgende Betrachtung ermittelt. Nach Zenker würde die mittlere Temperatur der Erdoberfläche ohne die solare Bestrahlung -73^0 betragen, d. h. bei dieser Temperatur findet Gleichgewicht zwischen der Ausstrahlung der Erdoberflächenwärme in den Welten-

raum und der Zuführung der Wärme aus dem Erdinnern statt. Die mittlere Temperatur der Erde beträgt + 15°, die Sonnenstrahlung bewirkt also einen Effekt von 88°. Eine Abnahme dieses Effektes um $^1/_9$ würde die mittlere Temperatur von Mitteleuropa, die jetzt etwa + 10° beträgt, unter den Nullpunkt bringen und damit eine Eiszeit herbeiführen.

Nach dem Stefanschen Gesetze entspricht nun einer Strahlungsänderung um $^1/_9$ eine Temperaturänderung des strahlenden Körpers um rund 3%, demnach für unseren wahrscheinlichsten Wert der Sonnentemperatur von 8500° ungefähr 260°. Das ist überraschend viel weniger, als man sich früher vorgestellt hat, und in Anbetracht der starken lokalen Veränderungen, denen die Photosphäre ständig unterworfen ist, mufs man sich umgekehrt eigentlich über die Konstanz der mittleren Erdtemperatur wundern.

Ich nehme natürlich nicht an, dafs die ganze Sonnenmasse periodischen Temperaturschwankungen von dem angedeuteten Betrage unterworfen sein könnte, sondern dafs dieselben sich nur in der Atmosphärenschicht, als welche die Photosphäre zu betrachten ist, abspielen. Die Masse der Photosphäre ist gegenüber der Sonnenmasse verschwindend gering, sodafs ihre Temperatur durch Ausstrahlung sehr schnell heruntergehen könnte, wenn aus irgend welchen Ursachen die Wärmezufuhr aus dem Innern im ganzen oder lokal periodischen Abschwächungen unterworfen wäre. Ich möchte nur andeuten, dafs auch andere variable Ursachen mitwirken können, wie z. B. Veränderungen der Absorption innerhalb der obersten Schichten der Photosphäre und Veränderungen des Emissionsvermögens.

Es steht demnach die erforderliche Gröfse der periodischen Strahlungsschwankungen nicht im Widerspruche mit den Thatsachen auf dem Gebiete der Sonnenphysik, und es bleibt nur noch die Frage offen, ob überhaupt Schwankungen der Strahlung von Jahrtausende langer Periode vorhanden sein können. Irgend etwas Positives läfst sich hierüber naturgemäfs nicht sagen; man mufs sich damit begnügen, wenn einer solchen Annahme nichts Positives entgegengehalten werden kann, wie dies thatsächlich nicht der Fall zu sein scheint. Eine periodische Strahlungsänderung der Sonne ist mit Sicherheit nachgewiesen: die elfjährige Periode der Sonnenflecken. Dafs in diesem Falle die Strahlungsänderungen in den klimatischen Verhältnissen der Erde nicht mit Sicherheit haben nachgewiesen werden können, braucht durchaus nicht an ihrer etwa verschwindend kleinen Gröfse zu liegen, sondern wird wesentlich durch die Kürze der Periode bedingt sein, innerhalb

welcher merkliche Summationen der Wirkungen nicht zu stande kommen können. Eine zweite Periode von 50 bis 60jähriger Dauer scheint angedeutet zu sein, und es steht, wenn überhaupt eine oder zwei Perioden konstatiert sind, nichts im Wege, auch andere Perioden von bedeutend längerer Dauer für möglich zu halten. Es erscheint mir sogar die Umkehr des Problems durchaus gestattet, nämlich aus den periodischen Klimaschwankungen der Erde innerhalb der letzten Jahrtausende auf entsprechende Änderungen der Sonnenstrahlung zu schliefsen.

Sollten sich einmal die bisherigen rein tellurischen Erklärungen der Eiszeiten, von denen eine in dem Aufsatze über die Temperatur der Sonne angedeutet war, nicht aufrecht erhalten lassen, und sollte sich entsprechend die Annahme einer kosmischen Ursache als notwendig herausstellen, so würde die Duboissche Theorie wohl als einfachste und einwurfsfreieste zu betrachten sein und auch für die Sonnenphysik von hoher Bedeutung werden.

Das Spektrum des Andromedanebels und dessen Beziehungen zu unserem Fixsternsystem.

Als zu Beginn der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts der ältere Herschel seine mächtigen Teleskope zur Erforschung der Nebelflecke verwendete und in wenigen Jahren bis dahin ungeahnte Kenntnisse über diese seltsamen Gebilde sammelte, war für ihn dabei auch zweifellos der Gedanke mafsgebend, hieraus Folgerungen auf die Konstitution unseres eigenen Fixsternsystems zu ziehen, welcher Aufgabe er ja auch von anderer Richtung her grofse Aufmerksamkeit gewidmet hat. Unter vielen anderen Thatsachen stellte er fest, dafs eine grofse Zahl von Nebelflecken der auflösenden Kraft seiner Fernrohre nicht Widerstand zu leisten vermochte; sie liefsen sich in einzelne Sterne auflösen und verrieten sich mithin als Sternhaufen. Es war nun selbstverständlich, dafs man hieraus den Schlufs zog, dafs sämtliche Nebelflecke Sternhaufen seien, und dafs auch diejenigen, die Herschel nicht auflösen konnte, sich schliefslich bei weiterer Vervollkommnung der optischen Mittel als Sternhaufen erweisen würden. Von den schon mit blofsem Auge auflösbaren Sterngruppen, z. B. den Plejaden, bis zu den feinsten Nebelflecken gab es also nur graduelle Unterschiede, die im wesentlichen durch die verschiedene Entfernung der einzelnen Objekte bedingt waren.

Dieser Standpunkt, der wohl von allen Astronomen eingenommen wurde, erwies sich jedoch auf einmal als völlig unhaltbar. Anfangs der 60er Jahre machte Huggins die klassische Entdeckung, dafs das Spektrum vieler Nebelflecke helle isolierte Linien zeigt, dafs die betreffenden Himmelskörper mithin nur aus leuchtenden Gasen bestehen, dafs sie wirkliche Nebel sind, die niemals in Sterne aufgelöst werden können. Neben diesen Gasnebeln blieben aber auch noch viele andere, die kontinuierliche Spektra geben, und die man daher nach wie vor als wirkliche Sternhaufen betrachtete.

Man hat demnach heute zwei Klassen von Nebelflecken: Gasnebel und vorläufig unauflösbare Sternhaufen, und es liegt der Gedanke nahe, dafs dieser innere Unterschied sich auch in der äufseren Form dokumentieren müsse. In der That liefs sich ein derartiger Unterschied sehr bald erkennen. Die grofsen und unregelmäfsig gestalteten Nebelflecke, wie Orionnebel, Omeganebel etc., ferner die sehr kleinen, meist elliptisch geformten planetarischen Nebel und schliefslich die Ringnebel zeigen Linienspektra, die symmetrisch gegebildeten scheiben- und spindelförmigen, wie der Andromedanebel, liefern kontinuierliche Spektra.

Durch die schönen Resultate, welche die Anwendung der Photographie auf die Nebelflecke gezeitigt hat, ist man jetzt in der Lage, die wahren Formen der Nebelflecke sehr viel sicherer als früher zu erkennen, und dementsprechend läfst sich der oben angegebene Zusammenhang genauer präzisieren. Zunächst haben die Aufnahmen einiger heller planetarischer Nebel, die ich vor einigen Jahren erhalten habe, erkennen lassen, dafs die planetarischen Nebel eigentlich Ringnebel sind, deren Ähnlichkeit mit dem typischen Ringnebel in der Leyer sich sogar auf den optisch unsichtbaren, photographisch aber sehr deutlichen Kern erstreckt. Die Gasnebel zerfallen daher nur in die beiden Klassen der grofsen, unregelmäfsigen Nebel und der Ringnebel. Auf der anderen Seite hat die Photographie ergeben, dafs eine gröfsere Zahl der regelmässigen scheiben- oder spindelförmigen Nebel Spiralnebel sind, dafs also diese Art der Nebel, deren Existenz trotz der Rosseschen Beschreibung längere Zeit hindurch etwas zweifelhaft erschien, augenscheinlich eine grofse Rolle im Weltall spielt.

Stellt man nun die Hypothese auf, dafs die Nebel mit kontinuierlichem Spektrum thatsächlich selbständige Fixsternsysteme in ungeheurer Entfernung von uns seien, so liegt es nahe, dieselben auch mit unserem Fixsternsystem in Vergleich zu ziehen. Solange dies aber nur eine Hypothese ist, steht ein solcher Vergleich auf unsicheren Füfsen; denn dieselbe ist durchaus keine selbstverständliche. Wir kennen die Bedingungen, unter welchen die Gasnebel glühen keineswegs; es liegt daher kein Bedenken vor, anzunehmen, dafs bei einzelnen Nebeln das Glühen unter solchen Bedingungen stattfindet, unter denen auch Gase ein kontinuierliches Spektrum liefern, ja man mufs schon eine über alle Begriffe geringe Dichtigkeit der Nebel annehmen, um überhaupt das Auftreten von hellen scharfen Linien an Stelle ganz verwaschener Bänder oder eines kontinuierlichen Spektrums zu erklären. Eine Entscheidung in dieser Frage kann nur

das Spektroskop liefern: zeigen sich in dem kontinuierlichen Spektrum der Nebelflecke dunkle Absorptionslinien, so haben wir ein System von Fixsternen vor uns, von denen jeder einzelne ein solches Spektrum giebt; fehlen die Linien, so müssen die oben angegebenen Erklärungsversuche mafsgebend sein.

Bisher war es wegen der Schwäche der kontinuierlichen Nebelspektra nicht möglich, eine Entscheidung herbeizuführen. Ich habe nun einen äufserst lichtstarken, kleinen Spektrographen konstruiert, der in Verbindung mit einem Spiegel von sehr kurzer Brennweite für den vorliegenden Zweck geeignet erschien. Nach einigen Versuchen ist es mir am 4. und 5. Januar d. J. gelungen, mit diesem Apparate bei einer Expositionszeit von $7^1/_2$ Stunden ein deutliches Spektrum des Andromedanebels zu erhalten, welches einige dunkle Linien zeigt, die, wie die Messung ergeben hat, mit solchen im Sonnenspektrum übereinstimmen. Die Ähnlichkeit mit dem Sonnenspektrum beschränkt sich nicht nur auf diese Linien, sondern erstreckt sich auch auf die Intensitätsverhältnisse der einzelnen Spektralteile.

Hiermit ist der definitive Beweis geliefert, dafs der Andromedanebel ein Fixsternsystem ist, und ferner, dafs die grofse Mehrzahl seiner Sterne der 2. Spektralklasse, dem Sonnentypus angehört. In unserem Fixsternsystem überwiegen bekanntlich die Sterne der 1. Spektralklasse; dasselbe würde, aus der Ferne betrachtet, daher auch im ganzen ein Spektrum der 1. Klasse liefern. Da nun die 2. Klasse ein vorgeschritteneres Entwickelungsstadium darstellt als die 1. Klasse, so ist weiter zu folgern, dafs das System des Andromedanebels ein relativ älteres ist als das unsrige.

Wir können nun auch zu unserer Anfangsbetrachtung zurückkehren, indem wir jetzt berechtigt sind, unser eigenes System mit den Nebeln mit kontinuierlichem Spektrum zu vergleichen und in deren Formen einzuordnen. Als das Einfachste und Natürlichste erscheint es, unser Sternsystem inkl. Milchstrafse als einen Ring mit innerem Kern zu betrachten; dem steht aber entgegen, dafs die Ringnebel ausnahmslos Gasspektra liefern, während unser Sternsystem ein kontinuierliches Spektrum giebt. Sehen wir uns nach etwa möglichen Formen der anderen Klasse um, so würden die scheiben- und spindelförmigen (letztere hätte man als Scheiben, deren Ebene merklich gegen die Gesichtslinie geneigt ist, zu betrachten) allein mit dem Milchstrafsensystem verträglich sein. Seit Herschel hat man ja unser Fixsternsystem bis in die neuere Zeit hinein als scheiben- oder linsenförmig aufgefafst. Nun sprechen aber doch viele,

besonders durch die photographischen Aufnahmen der Milchstrafse gewonnenen Gründe gegen eine solche Auffassung, andererseits haben ja gerade die scheiben- und spindelförmigen Nebel sich als Spiralnebel erwiesen, und man wird deshalb auf den Gedanken geführt, auch unser System als einen Spiralnebel zu betrachten.

Denken wir uns in den Kern eines Spiralnebels versetzt, so würden wir, als in der Ebene der Spiralen befindlich, deren wahre Form nicht erkennen können, vielmehr müfsten dieselben, sich gegenseitig teilweise überdeckend, als mehr oder weniger unregelmäfsiger Ring erscheinen, d. h. genau so wie unsere Milchstrafse.

Ich glaube daher annehmen zu dürfen, dafs unser Fixsternsystem einen Spiralnebel darstellt, in dessen Kern sich unser Sonnensystem befindet; die Spiralen setzen die Milchstrafse zusammen, wobei besonders deren Trennungen eine gute Deutung erfahren, wie dies schon Easton gezeigt hat, der von anderen Gesichtspunkten aus zur gleichen Annahme gelangt ist. Die verwaschenen Knoten und Verdichtungen, die man in den Spiralen der Spiralnebel bemerkt, besonders im Andromedanebel und im grofsen Nebel in den Jagdhunden, würden den gröberen Sternhaufen in unserer Milchstrafse entsprechen.

Sobald einmal die Eigenbewegungen der Milchstrafsensterne einigermafsen bekannt sein werden, wird man den Versuch wagen können, aus denselben eine definitive Entscheidung über die wahre Form der Milchstrafse herbeizuführen; leider dürften aber viele Jahre bis dahin verfliefsen. Prof. Scheiner.

Künstliche Sonnenflecken. Wie man auf verschiedene Arten im stande ist, experimentell Gebilde entstehen zu lassen, die mit den Mondkratern eine auffallende Ähnlichkeit haben, so ist jüngst dem Schweizer Physiker Lullin auch eine täuschende Imitation von Sonnenflecken geglückt. Unsere Abbildungen reproduzieren derartige „künstliche Sonnenflecken", deren Entstehung folgendermafsen erfolgte. Auf eine dunkel gefärbte Glasplatte wurde ein zäher Brei, der durch Verreiben pulverisierten Schwerspates in Wasser gewonnen war, möglichst gleichmäfsig aufgetragen. Nun liefs man aus einem einige Centimeter entfernten Trichterrohr einzelne Tropfen oder einen kurzen Strahl von Wasser auf die Glasplatte fallen. Die durch den Aufprall bedingten Bewegungen des seitlich abfliessenden Wassers liefsen dann

in dem Barytbrei die durch unsere Abbildungen wiedergegeben Spuren zurück, die in ihrem strahligen Aussehen in der That auffallend an bekannte Sonnenfleckenzeichnungen von Secchi, Young und anderen







Künstliche Sonnenflecken.

erinnern. Ob wir es hier mit einer nur zufälligen äufserlichen Ähnlichkeit zu thun haben, oder ob diese Gebilde vielleicht einmal bei der Deutung der Sonnenflecken Fingerzeige werden geben können, mufs vorläufig dahingestellt bleiben. F. Kbr.

Dämmerungs-Streifen als Witterungs-Anzeichen.

Von dem sogenannten „Wasserziehen der Sonne“ prinzipiell verschieden und wesentlich seltener als dieses sind die Dämmerungs-Streifen. Sie zeigen sich, nachdem die Sonne schon untergegangen ist, bezw. bevor sie aufgegangen ist, auf dem hellen Grunde der Dämmerung als schwarze Schatten, welche vom Gegenpunkte der Sonne strahlenförmig ausgehend, sich unter günstigen Umständen über den Zenith bis zum Horizont verfolgen lassen; sie entstehen durch Hindernisse im Strahlengange der Sonne, die als schattenwerfende Körper wirken. Verhältnismäfsig häufig sind daher die Dämmerungsstreifen dort, wo diese Hindernisse durch Gebirge gebildet werden, und in Sizilien hat man z. B. solche Phänomene auf die Beschattung der Sonne durch das Atlasgebirge zurückführen können. In der Ebene sind als schattenwerfende Körper nur mächtige Wolkenmassen möglich, die sich auch unter dem Horizont des Beobachters befinden können. Es können daher Dämmerungsstreifen auch bei ganz wolkenlosem Himmel auftreten, und ihr Vorhandensein deutet alsdann auf schweres Gewölk in der Ferne. Es ist interessant, dafs in Berlin in zwei speziellen Fällen — am 28. Mai 1892 durch Berson, am 18. September 1898 durch Prof. Assmann (beschrieben in der Zeitschrift „das Wetter“) — aus Dämmerungsstreifen sich die Lage eines Gewitterherdes ungefähr vorausberechnen liess und durch die Meldungen des meteorologischen Beobachters bestätigt werden konnte.

Am 18. September bei Sonnenuntergang ergab die Berechnung unter der Voraussetzung einer Wolkenschicht von 1000 m Höhe, dafs diese Schicht zwischen Salzwedel in der Altmark und Wilhelmshaven liegen müsse, und thatsächlich entwickelten sich seit 7 Uhr ausgebreitete Gewitter über Oldenburg und Hannover. Borkum hatte von $7^1/_4$ bis 9 Uhr, Helgoland von $7^3/_4$ bis $9^1/_2$, Münster von 8 bis 10 Uhr Gewitter. Gleichzeitig rückte aber mit dieser Gewitter-Depression ein umfangreiches Minimum von West heran, so dafs am nächsten Tage auch in Berlin ein völliger Umschwung von warmer, wolkenloser Witterung zu trüber, regnerischer eintrat, ohne dafs vorher sonstige deutliche Anzeichen einer Veränderung vorhanden waren. Am 28. Mai 1892, wo die Dämmerungsstreifen Gewitter an der Westküste Schleswigs anzeigten, folgte am 29. in Mitteldeutschland zwar kein so ausgesprochener Witterungswechsel, aber immerhin eine Abkühlung der vorher abnorm hohen Temperatur (Maximum in Berlin 36°) um 7 bis 10°.

Weitere Beobachtungen über Dämmerungsstreifen sind um so

mehr erwünscht, als für die Entwicklung und Intensität der Erscheinung jedenfalls auch die Luftbeschaffenheit am Beobachtungsorte von Bedeutung ist. Da die ganze Messung sehr einfach ist — es genügt eine genaue Zeitangabe —, so darf man wohl hoffen, gelegentlich Mitteilungen hierüber auch aus dem Leserkreise zu erhalten. Sg.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für April und Mai.

Der Sternhimmel. Während April und Mai ist der Anblick des Himmels um Mitternacht folgender: Zur Kulmination gelangen vornehmlich die Sternbilder der Jungfrau, Jagdhunde, das Haar der Berenice, später Bootes, die Krone, die Schlange und die Wage. Westlich steht der grofse Bär, kleine Löwe, östlich Herkules, Schwan, Leyer, Fuchs. Spica (α Virginis) geht erst gegen 4ʰ morgens unter, α Bootes noch später. Skorpion und Adler gehen um 10—12ʰ abends auf, Herkules und Leyer um 3 Stunden früher. Procyon geht jetzt schon gegen Mitternacht, Sirius zwischen 8—½ 10ʰ abends unter; der grofse Löwe verschwindet um etwa 3ʰ morgens. Der Untergang des Stiers erfolgt schon zwischen 9—10ʰ abends. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtsstunde:

1. April	γ Virginis	(3. Gr.)	(AR.	12ʰ	37ᵐ	D.	— 0°	54')
8. „	43 Comae	(4. Gr.)		13	7		+ 28	23
15. „	17 Can. ven.	(5. Gr.)		13	30		+ 37	42
22. „	d Bootis	(5. Gr.)		14	6		+ 25	34
29. „	γ „	(3. Gr.)		14	28		+ 38	45
1. Mai	μ Virgin.	(4. Gr.)		14	38		— 5	13
8. „	ι Librae	(4.—6. Gr.)		15	6		— 19	25
15. „	α Coron. bor.	(2. Gr.)		15	30		+ 27	3
22. „	β Scorpii	(2. Gr.)		15	59		— 19	32
29. „	β Hercul.	(2. 3. Gr.)		16	26		+ 21	42

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind, ausser denen vom Algoltypus U Coronae, δ Librae, die Maxima folgender:

T Monocerot.	(Max. 6. Gr.)	(AR 6ʰ	19ᵐ	D. + 7°	10')	April 20,	Mai 17
U „	(„ 6, 7. „)	7	26	— 9	34	„ 27,	
S Hydrae	(„ 8. „)	8	48	+ 3	27		„ 4
R Virgin.	(„ 7. „)	12	33	+ 7	33		„ 16
V Bootis	(„ 7. „)	14	26	+ 39	19		„ 20
V Coronae	(„ 7, 8. „)	15	46	+ 39	52	„ 20,	
T Hercul.	(„ 7, 8. „)	18	5	+ 31	0		„ 1
X Ophiuch.	(„ 7. „)	18	33	+ 8	45	„ 6,	

Die Planeten. Merkur wird um Sonnenuntergang bald wenig sichtbar, in der zweiten Hälfte Mai ist er am Morgenhimmel einige Zeit zu sehen. — Venus geht vom Wassermann durch das Sternbild der Fische bis in den Widder; am 23. Mai steht sie zwölf Grad südlich vom α Arietis. Sie geht am Tage unter und ist Morgenstern, ungefähr eine Stunde vor der Sonne aufgehend. — Mars geht Vormittag auf, anfänglich in den Morgenstunden unter, Ende Mai nach Mitternacht. Er geht vom Krebs in den grofsen Löwen und steht Ende Mai etwas nordwestlich von Regulus. — Jupiter geht abends 9 h auf und ist die ganze Nacht sichtbar, Ende Mai bis 2 h Uhr morgens, am 25. April ist er in Opposition mit der Sonne. Er steht zu den Füfsen der Jungfrau und bewegt sich langsam gegen Spica hin. — Saturn geht im April noch um Mitternacht auf, dann immer zeitiger, Ende Mai um 9 h abends. Er bleibt bis in die Morgenstunden sichtbar und befindet sich nordöstlich von α Scorpii. — Uranus geht zeitiger vor Mitternacht auf, Ende Mai gegen 8 h abends und ist bis zum Morgen sichtbar. Er steht nördlich von α Scorpii. — Neptun bleibt anfangs bis nach Mitternacht, Ende Mai bis 9 h abends sichtbar; er steht in der Nähe von ζ Tauri (3. 8. Gr.).

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
15. April	η Geminor.	3. Gr.	8 h	53 m	abends	9 h	19 m	abends
16. „	μ „	3. „	0	17	morgens	0	50	morgens
29. „	ϑ Ophiuchi	3, 4. „	1	7	„	2	19	„

Mond. Berliner Zeit.

Letztes Viert.	am	3. April	Aufgang	2 h	3 m	morg.,	Unterg.	9 h	55 m	vorm.
Neumond	„	10. „		—				—		
Erstes Viert.	„	17. „	„	9	56	morg.,	„	1	31	nachts
Vollmond	„	25. „	„	7	27	abends,	„	4	23	morg.
Letztes Viert.	„	2. Mai	„	1	12	morg.,	„	10	28	vorm.
Neumond	„	9. „		—				—		
Erstes Viert.	„	17. „	„		mittags,		„	12	56	abends
Vollmond	„	25. „	„	8	58	abends,	„	4	23	morg.
Letztes Viert.	„	31. „	„	12	21	nach Mittern.,		mittags		

Erdnähen: 6. April, 1. Mai, 28. Mai; Erdfernen: 18. April, 16. Mai.

Sonne.

	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag			Zeitgleichung		Sonnenaufg. f. Berlin		Sonnenunterg. f. Berlin	
1. April	0 h	38 m	21.9 s	+ 3 m	57.7 s	5 h	35 m	6 h	32 m
8. „	1	5	57.8	+ 1	54.9	5	21	6	44
15. „	1	33	33.7	+ 0	4.0	5	5	6	56
22. „	2	1	9.6	— 1	30.3	4	50	7	8
29. „	2	28	45.4	— 2	43.1	4	35	7	20
1. Mai	2	36	38.6	— 2	59.3	4	31	7	24
8. „	3	4	14.4	— 3	38.1	4	18	7	36
15. „	3	31	50.3	— 3	48.8	4	6	7	47
22. „	3	59	26.2	— 3	32.4	3	56	7	57
29. „	4	27	2.1	— 2	50.9	3	48	8	7

Bibliographisches

Die moderne Entwickelung der elektrischen Prinzipien. Fünf Vorträge von Prof. Dr. Ferd. Rosenberger. Leipzig 1898. 8°. 170 S. Pr. 3 M.

Der Verfasser bietet Vorträge, die er auf dem Ferienkursus für Lehrer an höheren Schulen zu Ostern 1897 in Frankfurt a. M. gehalten hat, jetzt in weiter ausgeführter Form einem gröfseren Publikum dar. In fünf Abschnitten giebt er die Entwickelung der Anschauungen vom Wesen der Elektrizität während der letzten drei Jahrhunderte, und verfolgt dabei den Gesichtspunkt, zu zeigen, dafs entgegengesetzte theoretische Anschauungen in der Wissenschaft nicht notwendig als Wahrheit und Irrtum sich gegenüber zu stehen brauchen, sondern dafs oft beide für gewisse Zeiten und gewisse Gebiete gleiche relative Wahrheit haben können.

Der erste Vortrag schildert die Anschauung vom Wesen der Elektrizität von 1600 (Gilbert) an bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts, bis zu Franklin und Symmer; der zweite bespricht die Wirksamkeit von Coulomb, Galvani (der auf eine sehr viel höhere Stufe gestellt wird, als man ihm gewöhnlich zuerkennt), Volta, Davy, Oersted, Ampère, Weber, Gauss. Der dritte Vortrag ist ausschliefslich Faraday gewidmet, zu dessen Lebensbild eine zwar kurze aber doch sehr vollständige Übersicht seiner Umgestaltung der elektrischen Fundamente gegeben wird; daran anschliefsend zeigt der vierte, wie Maxwell, Hertz, Lodge, auf den von Faraday eingeschlagenen Bahnen weitergehend, die Anschauung von der Elektrizität ausgebildet haben, die uns als die richtige gilt. Der letzte Vortrag weist auf den Dualismus hin, der in der Physik sich heute vorfindet, wo die Lehren der Mechanik mit Materie und Fernkräften (Gravitation) denen z. B. der Optik und Elektrizität mit Äther und dem völligen Ausschlufs der Newtonschen Fernkräfte gegenüberstehen —, und die neben einander stehenden Bemühungen, neben dem Raume und der Zeit entweder die Masse oder die Kraft oder endlich die Energie als drittes Absolutes einzuführen.

Diese kurze Übersicht zeigt den Rahmen, in dem der Verfasser mit der ihm zu Gebote stehenden Fülle von Einzelheiten ein äufserst klares und inhaltsvolles Bild von der theoretischen Anschauung über das Wesen der Elekrtrizität samt den sie begründenden Versuchen liefert. Ein äufserst verdienstvolles Unternehmen, das des Beifalles aller, die die Kenntnis der elektrischen Erscheinungen durch eine von kundiger Hand gewährte Einführung in die heutige theoretische Betrachtung erweitern wollen, sicher sein darf.

Zwischen die beiden letzten Vorträge hat der Verfasser ein Gleichnis eingefügt, in dem er sehr glücklich die mannigfachen Versuche, die elektrischen Erscheinungen zu deuten, vergleicht mit dem Bemühen von Marsbewohnern, die Uhr im Wartesaal einer Eisenbahn aus den Bewegungen ihrer Zeiger und den Beziehungen der Ereignisse auf der Bahn zu ihr zu verstehen. A S.

Sir Isaac Newtons Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichtes. (1704) Übersetzt und herausgegeben von William Abendroth (Dresden). I. Buch. Mit dem Bildnis von Sir Isaac Newton und 46 Figuren im Text. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1898 (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften No. 96). 132 S. 8°. Preis 2,40 M.

Nachdem der Herausgeber dieser Sammlung von Klassikern der exakten Wissenschaften schon im 20. Heft der Sammlung die Arbeit von Huyghens über das Licht seinen Lesern gegeben hatte, bietet er ihnen jetzt das Werk von Huyghens grofsem Gegner in der Erklärung des Lichts, die Optik von Newton. Der ganzen Sammlung hätte als Motto das Epigramm von Lessing vorgesetzt werden können:

> Wer wird nicht einen Klopstock loben?
> Doch wird ihn jeder lesen? Nein.
> Wir wollen weniger erhoben
> Und fleifsiger gelesen sein.

Von Newtons Optik kann dieses Wort noch mehr gelten als von vielen anderen; gelobt wird er sicherlich, gelesen um so weniger, als wir ja alle in der Schule schon gelernt haben, dafs seine Ansicht über das Licht falsch ist. Wer aber das Buch wirklich einmal zur Hand nimmt, wird schon nach wenigen Seiten erkennen, wie viele und wichtige Untersuchungen, deren Wert von aller Theorie und Hypothese unabhängig ist, (z. B. die über die verschiedene Brechbarkeit von roten und blauen Strahlen p. 15 ff.) hier mit den einfachsten Hilfsmitteln angestellt worden sind. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnt Newtons Optik noch mehr Wert in unserer Zeit, in der viel mehr, auch von solchen, die nicht Fachleute sind, experimentiert wird als früher. Das erste aber, was heut ein junger Experimentator zur Hand nimmt, ist eine Preisliste über Experimentierkästen; und erst mit dem Kasten fängt für viele die Möglichkeit an, Physik zu treiben. Für solche Jünger der Wissenschaft ist es im höchsten Grade belehrend, zu sehen, wie viele und wichtige Untersuchungen ein Mann wie Newton mit den einfachsten Hilfsmitteln, man könnte beinahe sagen, ohne alle Hilfe von Mechanikern angestellt hat. So hat das Werk doppelten Wert, historischen und pädagogischen, und um beider willen ist es wert, fleifsig gelesen zu werden. A. S.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. XI. Band. Jahresbericht für 1897. Nürnberg. U. E. Sebald, 1898.

André Ch., Traité d'astronomie stellaire. Première partie. Étoiles simples. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

Annuaire de l'observatoire municipal de Paris, dit Observatoire de Montsouris pour l'année 1899 (Analyse et traveaux de 1897) Méteorologie-Chemie-Micrographie. Applications a l'hygiène. Paris, Gauthier-Villars.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique 1898, Soixante-cinquième année. Supplément. Bruxelles, 1898.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique 1899, 66. année. Bruxelles, 1899.

Astronomischer Kalender für 1899. Herausgegeben von der k. k. Sternwarte zu Wien. Carl Gerold's Sohn.

Bergens Museums Aarbog for 1898. Afhandlinger og Aarsberetning, udgivne af Bergens Museum ved Dr. S. Brunchorst, Bergen, 1899.

Blochmann, R. H., Sternkunde. Mit 69 Abbildungen, 3 Tafeln und 2 Sternkarten. Stuttgart, Strecker & Moser, 1899.

M. E. **Byrd**, A. B. — A laboratory manual in astronomy. Boston U. S. A. Ginn & Comp., 1899.

Ekstam, Otto. Einige blütenbiologische Beobachtungen auf Spitzbergen. Tromsoe, 1898.

Fortschritte der Physik im Jahre 1897. Dargestellt von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. 53. Jahrgang. Zweite Abteilung: Rich. Börnstein, Physik des Äthers. Dritte Abteilung: Rich. Assmann, Kosmische Physik. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn.

Geissler, K. Mathematische Geographie. Zusammenhängend entwickelt und mit geordneten Denkübungen versehen (Sammlung Göschen 92).

Haacke, W. Bau und Leben des Tieres (Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.)

Handwörterbuch der Astronomie, herausgegeben von Prof. Dr. W. Valentiner. Mit Abbildungen. Lieferung 14 und 15. Breslau, Ed. Trewendt, 1898.

Hübner's (Otto) geographisch statistische Tabellen aller Länder der Erde. Ausgabe 1898. Herausgegeben von Prof. Fr. v. Juraschek.

Jahrbuch der Erfindungen. Begründet von H. Gretschel und H. Hirzel. Herausgegeben von A. Berberich, Georg Bornemann und Otto Müller. 34. Jahrg. Mit 13 Holzschnitten im Text. Leipzig, Quandt & Händel, 1898.

Kobelt, W., Studien zur Geographie. II. Band: Die Fauna der meridionalen Sub-Region. Kreidels Verlag. Wiesbaden, 1898.

Lehrbuch der Erdkunde für höhere Lehranstalten von Dr. H. J. Klein. Vierte gänzlich umgearbeitete Auflage von Prof. Dr. A. Blind. Mit 57 Karten, sowie mit 101 landschaftlichen, ethnographischen und astronomischen Abbildungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1898.

Morich, H., Bilder aus der Mineralogie. Für Lehrer und Lernende. Mit 11 Abbildungen. Hannover, Carl Meyer, 1899.

Nessig, W. R, Geologische Exkursionen in der Umgebung von Dresden. C. Heinrich, Dresden, 1898.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. No. 97. Sir Isaac Newtons Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichts. II. und III. Buch. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Revue des questions scientifiques publiée par la Societé Scientifique de Bruxelles. Deuxième série. Tome XV. 20 Janvier 1899, Lourain, 1899.

Schmidt, K. E. F., Experimental-Vorlesungen über Elektrotechnik. Mit 3 Tafeln und 320 Abbildungen im Text. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1898.

Schulze, Franz, Nautik. Mit 56 Abbildungen (Sammlung Göschen) Leipzig.

Schulte-Tigges, A., Philosophische Propädeutik auf naturwissenschaftlicher Grundlage für höhere Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Erster Teil: Methodenlehre. Berlin, Georg Reimer, 1898.

Tyndall, J., In den Alpen. Autorisierte deutsche Ausgabe mit einem Vorwort von Gustav Wiedemann. Mit in den Text eingedruckten Abbildungen. II. Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1899.

Wolpert, A. & H. Die Luft und die Methode der Hygrometrie. Mit 108 Abbildungen im Text. Berlin, W. & S. Loewenthal, 1899.

Sprechsaal

Mitteilung, betreffend die Herausgabe eines astronomischen Jahresberichtes.

Der Unterzeichnete beabsichtigt einen „Astronomischen Jahresbericht mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft“ herauszugeben, welcher über alle in einem Kalenderjahre erscheinenden theoretischen und praktischen Arbeiten auf den Gebieten der Astronomie, Astrophysik und Geodäsie kurze Referate in systematischer Ordnung bringen soll; der erste Band wird im Jahre 1900 ausgegeben und über die im Jahre 1899 erschienenen Arbeiten berichten. Um nun eine möglichste Vollständigkeit zu erzielen, bittet der unterzeichnete Herausgeber die Verfasser aller derjenigen Arbeiten, die nicht in den Fachzeitschriften der genannten Gebiete, sondern selbstständig oder in solchen Zeitschriften erscheinen, die anderen Zwecken dienen und nur gelegentlich einschlägige Arbeiten aufnehmen, ihm die betreffenden Arbeiten gütigst zugänglich machen zu wollen, und spricht den geehrten Herren Kollegen für alle derartige dem „Astronomischen Jahresbericht“ erwiesene Unterstützung im voraus seinen verbindlichsten Dank aus.

Strassburg i/E., Nicolausring 37,
Januar 1899.

Prof. Dr. W. F. Wislicenus.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

Himmel und Erde
Gesellschaft Urania Berlin

Die Gravitation.

Von **Dr. F. Koerber** in Steglitz.

Jedem unserer Leser dürfte es bekannt sein, dafs die krummlinigen Bewegungen der Himmelskörper durch das Zusammenwirken einer denselben von Anfang an innewohnenden und nach dem Beharrungsvermögen geradlinig fortschreitenden Bewegung mit einer durch die allgemeine Massenanziehung bedingten, nach dem Centralkörper des Systems hin gerichteten Fallbewegung zu stande kommen. Den mannigfachen Komplex der himmlischen, bald mehr bald weniger excentrischen Bewegungen auf dieses eine Grundprinzip der allgemeinen Gravitation zurückgeführt und so die wunderbare Einfachheit im Plane des Makrokosmos dargethan zu haben ist, der gröfste Ruhmestitel des unsterblichen Newton.

So sehr aber auch alle populären Darstellungen der Himmelskunde diesem hohen Verdienste des grofsen Briten durch Worte der ehrfurchtsvollen Bewunderung gerecht werden, wird doch der Gegenstand selbst unseres Erachtens meist zu kurz behandelt. Wohl wird erörtert, wie Newton zuerst im stande war, die Bewegung des Mondes um die Erde dadurch zu erklären, dafs er die irdische Schwere mit einer dem Quadrate des Abstandes entsprechend verminderten Intensität auch auf den Trabanten wirkend dachte, und wie sich dann des weiteren die berühmten, die Planetenbewegungen genau beschreibenden Keplerschen Gesetze als mathematische Notwendigkeiten ergaben, sobald auch die Sonne als das Centrum einer der irdischen Schwere ähnlichen, aber im Verhältnis zur gewaltigen Sonnenmasse verstärkten Anziehungskraft angenommen wurde; — indessen eine deutliche Veranschaulichung der Intensität dieser geheimnisvollen Fernkraft und eine Schilderung der bis heute noch nicht mit Erfolg

gekrönten Bemühungen, die rätselhafte, durch den leeren Raum hindurch wirksam sein sollende Fernewirkung auf eine verständliche Nahwirkung zurückzuführen, wird man in der Regel vergeblich suchen. In dieser Hinsicht durch einige ergänzende Betrachtungen über die Gravitation zur völligen Klärung beizutragen und vielleicht manche, bei dilettantischen Verehrern der Sternkunde sich leicht ausbildende Irrtümer zu beseitigen, soll die Aufgabe der folgenden Zeilen sein.

Es liegt bei flüchtiger Betrachtung nahe, sich jene den ganzen Kosmos in Ordnung haltende Gravitation als eine ungeheuer gewaltige Kraft vorzustellen, da ihr doch die riesigen Massen der Weltkörper ohne Ausnahme gehorchen Doch ist gerade diese Vorstellung ein das Verständnis der himmlischen Bewegungen erheblich beeinträchtigender Irrtum. Denn es treten dann von selbst die Fragen auf: „Warum merken wir im gewöhnlichen Leben nichts von der gegenseitigen Anziehung aller Gegenstände, und warum fliegen nicht alle losen Körper sofort gen Osten, wenn dort die Sonne, jene gewaltige Königin des Planetenreiches, am Horizonte erscheint?“ Die Antwort auf diese Frage vermag nur eine kleine Zahlenrechnung zu erteilen, durch die sofort zu Tage tritt, wie aufserordentlich gering die Intensität der Gravitationskraft ist.

Die an der Erdoberfläche befindlichen Körper erfahren bekanntlich durch die Anziehung des gesamten Erdballs einen Zug nach dem Erdmittelpunkte [1]) hin, dessen Stärke durch die Beschleunigung gemessen wird, die ein frei fallender Körper in jeder Sekunde erfährt. Diese Beschleunigung ist $g = 9{,}8$ m, sodafs ein vorher ruhender Körper beim Fallen am Ende der ersten Sekunde eine Geschwindigkeit von 9,8 m erlangt und innerhalb der ersten Sekunde mit der gleichmäfsig von 0 auf 9,8 anwachsenden Geschwindigkeit einen Weg von 4,9 m zurücklegt, da er ja während dieses Zeitraums eine durchschnittliche Geschwindigkeit von $\frac{0 + 9{,}8}{2} = 4{,}9$ m besitzt. Da nun aber die Anziehungskraft im quadratischen Verhältnis der Entfernung abnimmt, so folgt für den rund 60 Erdradien vom Erdmittelpunkt entfernten Mond nur eine Beschleunigung nach der Erde zu von

[1]) Streng genommen weist das Lot nur an den Polen und am Aequator nach dem geometrischen Mittelpunkte der Erde. Für beliebige Breiten schneiden die verlängerten Lotlinien die Erdachse wegen der abgeplatteten Gestalt der Erde erst jenseit des Erdmittelpunktes, doch beträgt der dadurch bedingte Unterschied zwischen „geographischer“ und „geocentrischer“ Breite im Maximum (bei 45° Breite) um $11\frac{1}{2}$ Bogenminuten.

$\frac{9,8}{60^2} = \frac{9,8}{3600} = 0,0027$ m. Demnach würde der Mond in einer Sekunde nur 1,3 mm nach der Erde zu fallen, wenn er nicht durch seine seitliche Bewegung gleichzeitig um ebendenselben Betrag von der Erde fortgeführt würde, sodafs er in Wahrheit denselben Abstand behält und in nahezu kreisförmiger Bahn die Erde umläuft. — Nicht viel anders werden diese Zahlen, wenn wir die Anziehung der Erde durch die Sonne berechnen. Allerdings besitzt das Tagesgestirn eine 324 000 mal so grofse Masse als die Erde, dafür ist es aber rund 400 mal weiter von ihr entfernt als die Erde vom Mond. Die Sonnenanziehung wird also das $\frac{324\,000}{400^2} = \frac{324\,000}{160\,000}$-fache der Anziehung des Mondes durch die Erde, oder rund zweimal so grofs als die oben berechnete Zahl 0,0027 m. Die Anziehung eines an der Erdoberfläche befindlichen Körpers seitens der Sonne beträgt also nur $\frac{1}{2000}$ von der irdischen Schwere, sodafs selbst ein frei hängendes Pendel keine merkbare Ablenkung dadurch erfahren kann, dafs die Sonne sich bald am östlichen, bald am westlichen Horizonte befindet. Zu der Geringfügigkeit der Anziehung selbst kommt aber aufserdem noch der Umstand hinzu, dafs die Erde als Ganzes gleichfalls die Anziehung erfährt, und dafs daher eine Lotablenkung nur durch die Differenz der Wirkung auf den Erdmittelpunkt und auf die Oberfläche zustande kommen kann. Allerdings hoffte Zöllner, mit Hilfe seines hochempfindlichen „Horizontalpendels“ derartige, im günstigsten Falle kaum ein Hundertel einer Bogensekunde betragende Lotstörungen nachweisen zu können, es zeigte sich aber später, dafs dieselben von weit stärkeren mikroseismischen und durch Temperaturveränderungen des Bodens bedingten Schwankungen völlig verdeckt werden. Fragen wir uns nun, wie es denn möglich ist, dafs eine so schwache Kraft, als welche wir die Gravitation eben erkannt haben, die Bewegungen der Himmelskörper beherrscht, so ist die Antwort einfach die, dafs andere Kräfte auf die frei im Weltraum schwebenden Gestirne überhaupt nicht wirken, und dafs die Bewegungen der Himmelskörper durch keinerlei Reibungen oder andere Hindernisse gehemmt werden. In demselben Mafse aber, in dem ein Gestirn massiger ist, vergröfsert sich aufser der Trägheit zugleich auch die Anziehungskraft, sodafs der gewaltige Jupiter ebenso leicht wie ein winziges Meteorkörperchen durch die Anziehungskraft der Sonne in einer krummlinigen Bahn, die zur Klasse der Kegelschnitte gehört, geführt wird.

Um endlich zu begreifen, warum man von den gegenseitigen Anziehungskräften der uns umgebenden Körper im gewöhnlichen Leben nichts bemerken kann, erübrigt es noch, die Ergebnisse direkter Messungen dieser Kräfte zu erörtern. Wir haben über eine derartige, zum Zwecke der Bestimmung der mittleren Dichtigkeit und des Gewichts der Erde unternommene Untersuchung im neunten Bande dieser Zeitschrift (S. 567) berichtet und gaben dabei an, dafs ein Gramm einer anderen, ebenso grofsen und einen Centimeter entfernten Mafse eine Beschleunigung von $6{,}685 \cdot 10^{-8}$ cm erteilt. Denken wir uns nun zwei Bleikugeln von je 1 m Radius, also 48 000 kg Gewicht in einem gegenseitigen Mittelpunkts-Abstande von 2,01 m, sodafs also der Zwischenraum nur einen Centimeter beträgt, dann würden sich diese Kugeln, dem obigen Messungsergebnis entsprechend, gegenseitig eine Beschleunigung von $\frac{6{,}685 \cdot 10^{-8} \cdot 48\,000\,000}{201^2} = 0{,}00\,007\,942$ cm erteilen. Diese Beschleunigung würde also nur ein sehr kleiner Bruchteil $\left(\frac{1}{12\,350\,000}\right)$ der Schwerebeschleunigung sein; der durch die Anziehung der Bleikugeln bedingte Zug ist daher in demselben Verhältnis kleiner als deren Gewicht. Es ergiebt sich für diesen Zug durch einfache Regeldetri ein Wert von 3,88 g. Da ein Menschenhaar im stande ist, eine Belastung von gegen 100 g zu tragen, ohne zu reifsen, so erhalten wir einen anschaulichen Begriff von der Geringfügigkeit der Gravitationswirkung, wenn wir bedenken, dafs die Gravitationskraft auf etwa 25 fache Intensität gesteigert werden müfste, sollte durch die Anziehung unserer mächtigen Bleikugeln ein Haar zerrissen werden! Weit kleinere Zahlen würden sich aber natürlich ergeben, wenn man die Rechnung für minder beträchtliche Massen durchführen wollte. Im Vergleich zu den elektrischen und magnetischen Kräften, die wir im physikalischen Laboratorium zu beobachten pflegen, ist also die Gravitation von völlig verschwindender Intensität.

Man könnte nun die Frage aufwerfen, ob nicht bei dieser Lage der Dinge magnetische und elektrische Fernewirkungen in den Beziehungen der Himmelskörper zu einander eine sehr bedeutsame Rolle spielen müfsten, sodafs die nur das Gravitationsgesetz berücksichtigenden Rechnungen der Astronomen auf recht unsicherer Grundlage ruhten? Diese Befürchtung ist jedoch, wie ja schon die glänzende Übereinstimmung zwischen der astronomischen Theorie und Beobachtung beweist, unbegründet. Ziehen wir zunächst den Magnetismus in Be-

tracht, so wirkt derselbe in der Nähe eines Magnetpols in der That mit ansehnlicher Stärke, und wir wissen andererseits, dafs die Erde sich wirklich wie ein gewaltiger Magnet verhält.[2]) Indessen, wegen des gleichzeitigen Vorhandenseins zweier stets entgegengesetzt wirkender Pole verringert sich die von einem Magneten ausgehende Kraft nicht, wie die Schwerkraft, dem Quadrate des Abstandes, sondern sogar der dritten Potenz desselben proportional. Denken wir uns also einen Magneten, dessen magnetische Anziehungskraft auf ein Stück magnetisches Eisen in einem gewissen Abstande tausendmal so grofs ist als die Gravitationswirkung, so würde bereits bei einem tausendmal so grofsen Abstande die magnetische Kraft nicht mehr stärker wirken als die Gravitation, denn erstere wäre auf den 1 000 000 000 ten, letztere nur auf den 1 000 000ten Teil ihres ursprünglichen Wertes gesunken. Lassen wir nun den Abstand sich nochmals auf das tausendfache vergröfsern, so ist nunmehr die Gravitationswirkung tausendmal stärker als die magnetische Kraft. Wir sehen also, dafs die magnetischen Kräfte, so intensiv sie auch an der Oberfläche der Gestirne wirken mögen, für die gegenseitigen Beziehungen verschiedener Weltkörper wegen der grofsen, dieselben trennenden Himmelsräume nicht in Betracht kommen. Die Wirkungen der entgegengesetzten, magnetischen Pole heben sich eben in sehr grofser Entfernung vollständig auf.

Sonach bliebe nur noch die Möglichkeit elektrischer Fernewirkung zu widerlegen. Hier haben wir nun zu beachten, dafs elektrische Ladungen nur auf der Oberfläche der Körper ihren Sitz haben können. Vergleichen wir aber zwei verschiedene Kugeln, so verhalten sich deren Oberflächen bekanntlich wie die Quadrate, die Inhalte dagegen wie die Kuben der Radien. Eine Kugel vom zehnfachen Radius hat demnach zwar eine hundertmal so grofse Oberfläche, aber eine tausendfach vergröfserte Masse; oder mit anderen Worten: die Masse wächst in viel schnellerem Verhältnis als die Oberfläche. Wenn es daher auch leicht gelingt, kleine Körperchen so stark zu elektrisieren, dafs kräftige Anziehungs- oder Abstofsungswirkungen beobachtet werden, so ist bei den massigen Weltkörpern, deren Oberfläche im Verhältnis zur Masse als sehr klein bezeichnet werden mufs, eine Beeinflussung der Bewegungen durch elektrostatische Kräfte ausgeschlossen, zumal

[2]) Nach Gauss müfsten im Innern der Erde 8464 Trillionen je ein Pfund schwerer Magnetstäbe untergebracht werden, um die Wirkungen des Erdmagnetismus künstlich zu erzielen; jedes Kubikmeterdes Erdballs müfste so magnetisch sein wie acht derartige Stäbe.

uns bis jetzt noch keines dieser Gestirne Anzeichen hoher elektrischer Erregung gezeigt hat. Anders mag es wohl bei den sehr ausgedehnten, aber nur mit verschwindend kleiner Masse begabten Kometen stehen. In der That erklärte ja Bessel die Bewegungen der Schweifteilchen dieser Himmelskörper durch Zuhilfenahme einer elektrischen, von der Sonne ausgehenden Abstofsungskraft, und ob nicht vielleicht auch einmal gewisse, sonst unerklärliche Anomalien in den Bewegungen mancher Kometenkerne zum Zurückgreifen auf dasselbe Aushilfsmittel zwingen werden, mag dahin gestellt bleiben.

Sehen wir also von den eine Ausnahmestellung einnehmenden Kometen ab, so können wir nach dem obigen zuversichtlich behaupten, dafs das ganze Weltgetriebe ausschliefslich durch die Newtonsche Gravitation beherrscht wird, und es wird uns natürlich erscheinen, dafs man seit Newton unablässig bemüht gewesen ist, diese für unser Vorstellungsvermögen unfafsbare, weil scheinbar durch den leeren Raum hindurch wirkende Kraft auf irgend einem Wege auf Nahwirkungen zurückzuführen und damit dem mechanischen Verständnis zu erschliefsen.

Was zunächst Newton selbst über diese Frage gedacht hat, spricht er in seinen Prinzipien am Schlusse des Kapitels über die Kometen folgendermafsen aus: „Ich habe nicht dahin gelangen können, aus den Erscheinungen den Grund dieser Eigenschaften der Schwere abzuleiten, und Hypothesen erdenke ich nicht. . . . Es genügt, dafs die Schwere existiere, dafs sie nach den von uns dargelegten Gesetzen wirke, und dafs sie alle Bewegungen der Himmelskörper und des Meeres zu erklären im stande sei.“ Scheint Newton mit diesen Worten jeden Versuch einer weiteren Erklärung der Gravitation abzulehnen, so geht aus den sich an die obigen Sätze anschliefsenden Worten, die selbst die Kohäsion auf ein geistiges Agens beziehen, sowie namentlich aus einem Briefe an Bentley mit Sicherheit hervor, dafs Newtons persönliche Ansicht alle diese Kraftwirkungen auf eine Art Willen zurückführt, ziemlich in demselben Sinne, wie es später von Herschel, Schopenhauer und Zöllner geschah. Zöllner gebührt im besonderen das Verdienst, durch genaue historische Nachforschungen Newtons Meinung gegenüber den mifsverständlichen Auslegungen von Faraday und Maxwell sicher festgestellt zu haben. Auch kann ebenderselbe als der eifrigste neuere Verteidiger der unvermittelten Fernewirkung, die er eben als nur auf transcendentalem Wege begreiflich erachtet, bezeichnet werden. Da die neuere Physik sogar bei den nur in unmittelbarer Nähe wirkenden Kohäsions-

und Adhäsionskräften zwischen den sich beeinflussenden Molekeln Zwischenräume annimmt und selbst beim Stofs eine unmittelbare Berührung der Atomkerne ausschliefst, so behauptet Zöllner mit einem gewissen Rechte, dafs auch bei einer etwaigen Zurückführung der Gravitation auf Stofswirkungen die innere Begreiflichkeit derselben kaum einen Schritt weiter kommen würde, da immer noch eine „actio in distans“, wenn auch nur von molekularer Gröfse, übrigbliebe. Zöllner geht sogar in seinen Konsequenzen so weit, dafs er den alten, scholastischen Grundsatz: „Corpus ibi agere non potest, ubi non est“ direkt in den Satz umkehrt: „Corpus ibi agere non potest, ubi est.“ Hat demnach die mechanische Unbegreiflichkeit einer unvermittelten Fernewirkung für den Naturforscher, der sich mit der Aufdeckung der Thatsachen begnügen mufs, nach Zöllners Ansicht keine Bedeutung, so richtete dieser Forscher sein Bestreben ausschliefslich auf die möglichst weitgehende Zurückführung der verschiedenen Fernewirkungen auf einander. Mit Begeisterung gab er sich darum der Verteidigung des Weberschen elektrodynamischen Grundgesetzes hin, welches durch die Annahme, dafs die elektrostatischen Kräfte von der Geschwindigkeit der aufeinander wirkenden elektrischen Teilchen abhängig seien, nicht nur die elektrodynamischen Erscheinungen, sondern auch die Induktionsströme zu erklären vermochte. Zöllner hoffte, auch die Gravitation auf elektrische Fernewirkungen zurückführen zu können, indem er die Hypothese aufstellte, dafs die Anziehung ungleichartiger Elektrizitäten um ein weniges die Abstofsung derselben Mengen gleichartiger Elektrizität übertreffe. Stünden sich also zwei unelektrische, d. h. mit gleichen Mengen beider Elektrizitäten geladene Massen gegenüber, so müfste als resultierende Wirkung aller elektrostatischen Kräfte ein kleines Übergewicht der Anziehung, also eine Gravitation im Newtonschen Sinne übrig bleiben.

Mit Zöllners im Jahre 1882 erfolgten Tode brachen die in diesem Sinne sich bewegenden Spekulationen fast vollständig ab, da sich von England aus eine völlige Umwälzung der Grundanschauungen über die Elektrizität mehr und mehr Bahn brach. Die neue, von Faraday vorbereitete und durch Maxwell in ihren mathematischen Grundlagen ausgearbeitete Auffassung verwirft die unvermittelten Fernkräfte gänzlich und erklärt im besonderen die scheinbaren, elektrischen Fernewirkungen durch gewisse Störungen im Spannungszustande des „Äthers“, die sich von jedem elektrisch geladenen oder magnetisch erregten Körper aus im Raume von Punkt zu Punkt ausbreiten. Das Kriterium, welche von den beiden Auffassungen den Vorzug verdiene,

mufste in der Feststellung bestehen, ob die scheinbaren Fernewirkungen zu ihrer Ausbreitung Zeit gebrauchen oder nicht. Wurde diese Frage bejaht, so mufste sich das Zünglein der Wage entschieden zu Gunsten der Maxwellschen Lehren neigen, denn eine unvermittelte Fernewirkung kann kaum als zeitlich sich ausbreitend gedacht werden. — So standen sich die beiden entgegengesetzten Ansichten gegenüber, als Heinrich Hertz die Welt durch seine epochemachenden Versuche in Erstaunen setzte.[3]) Jetzt war experimentell erwiesen, dafs die Induktionswirkungen wie Lichtwellen mit einer zwar enorm grofsen, aber doch mefsbaren Geschwindigkeit den Raum durcheilen; es liefsen sich elektrische Ätherschwingungen erzeugen, die alle Eigenschaften der Lichtschwingungen besafsen, kurzum die Maxwellschen Anschauungen fanden sich fast in allen ihren Konsequenzen bestätigt.

Nun lag es nahe, die neuen Anschauungen auch auf die Gravitation, die letzte bisher noch nicht auf Nahwirkungen zurückgeführte Fernkraft, auszudehnen. Der Glaube an die Existenz von Fernkräften war in seinen Grundfesten erschüttert, und die Aufmerksamkeit der Gelehrten richtete sich darum mehr als bisher den schon seit geraumer Zeit aufgetauchten Versuchen einer mechanischen Erklärung der Gravitation zu. Die bedeutsamsten hier in Betracht kommenden Hypothesen sind wohl die von Lesage, Spiller, Preston, Isenkrahe, Wellmann u. a. ausgearbeiteten Ätherstofstheorien. Nach ihnen soll jeder Himmelskörper beständig einem allseitigen Bombardement von Ätherteilchen ausgesetzt sein, deren Stofswirkungen sich bei einem einzelnen Gestirn kompensieren müfsten, während zwei benachbarte Weltkörper infolge des teilweisen gegenseitigen Schutzes vor dem Anprall der Ätherteilchen gegeneinander bewegt werden müfsten. Es würde sonach eine scheinbare Anziehung resultieren, die sogar notwendig, ebenso wie das Newtonsche Gesetz es verlangt, dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional sein müfste. Aber schon die Proportionalität der Gravitation mit der Masse der aufeinander wirkenden Körper bereitet diesen Theorien Schwierigkeiten, da nach ihnen eher eine Abhängigkeit der Anziehung von der Gröfse der Oberfläche zu erwarten wäre. Nur die etwas gekünstelte Annahme hochgradiger Porosität aller Massen den Ätherteilchen gegenüber hilft über diese Schwierigkeiten hinweg, während manche andere Einwürfe von keiner der vielen Modifikationen der Ätherstofstheorie beseitigt werden können. Entweder nehmen dieselben für den Schwereäther

[3]) Vgl. die Aufsätze in Himmel und Erde Bd. II, S. 72 und Bd. III, S. 157.

ganz andere Eigenschaften an als für den Lichtäther, oder sie führen zu der Konsequenz, dafs die Gravitation bei grofsen Entfernungen trotz noch so grofser Massen aufhören müfste. Nach Isenkrahes Anschauungen, die die Ätherteilchen als vollkommen unelastisch betrachten, würde wieder eine merkliche Hemmung der Planetenbewegungen zu erwarten sein, falls man nicht die Geschwindigkeit der Ätherteilchen als ungeheuer grofs annähme, auch müfste die Gravitation von der relativen Geschwindigkeit der auf einander wirkenden Körper abhängen, und beim Dazwischentreten eines dritten Körpers würden die Ätherstofswirkungen zu ganz anderen Ergebnissen führen als das Newtonsche Gesetz. So bestechend daher auch anfangs der diesen Theorien zu Grunde liegende Gedanke sein mag, ist doch bis jetzt keine sichere Aussicht vorhanden, auf dieser Grundlage zu einer vollkommenen Darstellung der beobachteten Thatsachen zu gelangen.

Einen Fortschritt gegenüber den Ätherstofstheorien bilden wohl die hydrodynamischen Theorien von Bjerknes und Korn. Letzterem ist vor kurzem durch die Annahme pulsierender Kugeln in einer inkompressiblen Flüssigkeit unter Anwendung der sicheren, theoretischen Entwicklungen der Hydrodynamik eine vollständige Ableitung des Gravitationsgesetzes gelungen. Allerdings bereitet die Annahme, dafs alle materiellen Körper im Kornschen Sinne pulsieren, d. h. ihren Äthergehalt periodisch verändern, dem Vorstellungsvermögen erhebliche Schwierigkeiten, sodafs die Kornsche Theorie wohl nicht als eine Hypothese im althergebrachten Sinne, sondern nur als eine mechanische Analogie aufzufassen ist. Immerhin ist es doch beachtenswert, dafs gegen diese Untersuchungen nicht nur kein Widerspruch laut geworden ist, sondern dafs sich auf diesem Wege auch die elektrischen Erscheinungen darstellen lassen, und dafs man auch durch experimentelle Anordnungen die Anziehungswirkungen pulsierender, in Wasser schwebender Kugeln wirklich hat beobachten können.

Können wir auch nach alledem, wie Prof. Drude am Schlufs eines gröfseren Referates über die Fernewirkungen[4]) bemerkt, das Problem der Erklärung der Gravitation durch Nahwirkungen noch nicht als gelöst betrachten, so sehen wir doch, dafs sich in neuester Zeit ein sehr intensives Bestreben geltend macht, zu diesem Ziele zu gelangen. Die Entscheidung der Frage, ob es erreichbar ist, würde eine genauere und sichere Kenntnis der Gravitation selbst erheischen, als uns bis jetzt zur Verfügung steht. Darum sehen wir gegenwärtig auch

[4]) Wiedemanns Annalen, Bd. 62.

allerorten Untersuchungen im Gange, welche die genaue Gültigkeit des Gravitationsgesetzes in der einfachen Newtonschen Fassung prüfen sollen und eventuell die erforderlichen Korrektionen der Newtonschen Formel aufzusuchen hätten.

So ist in erster Reihe die Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation von höchster Bedeutung. Falls die Kraft eine reine Fernewirkung im Newtonschen Sinne wäre, dann müfste sie von der Zeit völlig unabhängig sein oder mit anderen Worten eine unendlich grofse Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben. Beruht dagegen die Schwere auf einer von Punkt zu Punkt fortschreitenden Nahwirkung, wie die neuere Physik gern annehmen möchte, dann mufs zu ihrer Ausbreitung im Raume eine gewisse, wenn auch noch so kleine Zeit erforderlich sein. Nun ist die Astronomie allerdings bis heute bei allen ihren durch die Beobachtung so glänzend bestätigten Rechnungen stets mit der zeitlosen Fernewirkung ausgekommen, ja Laplace glaubte auf Grund seiner Untersuchungen der Mondbewegung behaupten zu dürfen, dafs die Schwerkraft sich mindestens 10 Millionen mal schneller als das Licht ausbreiten müsse. Zu einem ähnlichen Resultat gelangte in neuerer Zeit Oppenheim, während v. Hepperger sich damit begnügt, einen mindestens 500mal die Lichtgeschwindigkeit übertreffenden Wert für die Fortpflanzung der Gravitation zu fordern, damit von seiten der Astronomie gegen etwaige Nahwirkungstheorien nicht Widerspruch erhoben zu werden brauche. Jedenfalls wird also durch astronomische Thatsachen die neuere Auffassung bis jetzt nicht im mindesten[5]) gestützt, und es erscheint darum verständlich, dafs sich unter den Astronomen auch gegenwärtig noch manche Anhänger der reinen Fernewirkungslehre finden, nur dafs die meisten diese Ansicht vielleicht nicht gern aussprechen mögen, um nicht unmodern zu erscheinen.

Selbst die Gültigkeit der Formel für das Gravitationsgesetz ist übrigens angezweifelt worden, wenn auch nicht den Nahwirkungstheorien zuliebe. Für diese Zweifel waren vielmehr astronomische Gründe mafsgebend. Der Planet Merkur zeigt nämlich eine Verschiebung der Lage seiner Sonnennähe, die bisher durch die Theorie noch nicht hat erklärt werden können. Schon Newton selbst hat aber darauf hingewiesen, dafs eine Veränderung seines Gesetzes in dem Sinne, dafs nicht die zweite Potenz der Entfernung für die An-

---

[5]) Höchstens könnte nach Oppolzer eine Anomalie in der Bewegung des Winneckeschen Kometen durch die Annahme endlicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwere erklärt werden.

ziehung bestimmend sei, eine Perihelbewegung der Planeten zur Folge haben müfste. Im Anschlufs an diesen Gedanken hat nun Hall statt des Exponenten 2 die Zahl 2,00 000 016 in die Gravitationsformel eingeführt und dadurch die Erklärung der thatsächlich beobachteten Merkurbewegung zu stande gebracht, ohne dafs von dieser geringfügigen Korrektion eine merkbare Perihelbewegung bei den entfernteren Planeten bewirkt werden könnte. So unwahrscheinlich nun auch a priori die eben besprochene Abweichung von derjenigen Form des Gesetzes ist, welche für alle Centralkräfte (also auch für Licht, Elektrizität u. s. w.) gilt, so haben doch auch rein spekulative Überlegungen C. Neumann und Seeliger zu der Annahme einer derartigen Korrektion geführt, falls die Zahl der Sterne eine in Wahrheit unendlich grofse sein sollte, sodafs man in jeder beliebigen Richtung schliefslich auf einen materiellen Körper stofsen müfste. Wenn diese Unendlichkeit der Ausdehnung des sternerfüllten Weltalls richtig ist, müfste man allerdings auch erwarten, dafs die ganze Himmelsfläche gleichmäfsig hell leuchten müfste. Nur die Annahme einer Absorption des Sternenlichts im Weltall, welche die effektive Abnahme der Lichtstärke gegenüber dem einfachen, quadratischen Gesetze verstärkt, läfst das wirklich beobachtete Aussehen des Himmels mit einer unendlich grofsen Zahl der Gestirne vereinbar erscheinen. Ebenso könnte daher auch die Schwere eine Art von Absorption erfahren, sodafs die Anziehungswirkungen sich ebenso wenig wie die Lichtwirkungen gleichmäfsig über den ganzen Himmel verteilen könnten, sondern vornehmlich nur von den näheren Gestirnen aus zur Geltung kämen.

Doch dies sind Überlegungen, welche sich hart an der Grenze des unserem endlichen Verstande erreichbaren Gebietes bewegen. Bleiben wir räumlich und zeitlich an demjenigen Orte, wo wir in Wirklichkeit sind, so liegt, wie gesagt, noch kein stichhaltiger Grund vor, an der exakten Richtigkeit des Newtonschen Gesetzes zu zweifeln, und dieses Gesetz selbst, eine der gröfsten Errungenschaften des menschlichen Geistes, ist uns seinem inneren Wirken nach noch immer das verschleierte Bild zu Sais.

Eine Reise ins neue Goldland Alaska im Jahre 1898.

Von **Walter Wessky**, Oberleutnant d. L., in Berlin.

(Schlufs.)

Am 1. Juni waren Flufs und Seen eisfrei, und wenn es über den Pafs im Gänsemarsch gegangen war, so begann jetzt eine regelrechte Regatta, zu der Tausende von Booten in kurzer Aufeinanderfolge, ja fast gleichzeitig starteten.

Die Polizei, bei der alle Boote angemeldet werden mufsten, um festzustellen, ob auch nur Leute, die ein Free Miners Certificate gelöst hatten, von den damit verliehenen Rechten Gebrauch gemacht und Bäume gefällt hatten, hat mehr als 11000 Boote eingeschrieben. Es befanden sich durchschnittlich in jedem Boot 4—5 Personen, es gab solche mit 1, aber auch andere mit 30, ja 40 Personen an Bord; es haben deshalb im Frühjahr 1898 mindestens 50000 Menschen den Pafs überschritten, um nach Dawson City zu gelangen.

In den ersten Tagen des Juni wehte ein erfreulicher Südwind, der im Verein mit dem hier noch nicht sehr starken Strom die Boote schnell vorwärts brachte. Von Lake Bennet, der 26 miles oder 46 km lang und nicht breiter als die Havel bei Spandau ist, kommen wir bald nach Tagish Lake. Beide Seen sind von hohen steilen Ufern umgeben, die nun mit schönen, frischen, grünen und blühenden Sträuchern und Bäumen bedeckt sind. Die Sonne hat Wunder gewirkt.

Der bis auf den Grund krystallklare Tagish Lake ist 16,5 miles oder 30 km lang und mit Marsh oder Mud Lake durch einen kurzen, schmalen Flufslauf verbunden, in welchem sich eine beträchtlich schnelle Strömung bemerkbar macht, die das Landen sehr erschwert; und gerade am Ufer dieses Flufslaufs ist eine Polizei-Wache der Tagish Post mit ihren Blockhäusern aufgestellt worden, bei welcher die Boote, da sie nochmals auf Schmuggelware untersucht und eingeschrieben wurden, wieder halten mufsten.

Wir gelangen nunmehr in den Marsh oder Mud Lake, und während bis jetzt die Fahrt durch Strom und Wind begünstigt war, tritt nunmehr auf dem flachen und sehr breiten See, der 20 miles oder 36 km lang und dazu sehr breit ist, eine absolute Windstille ein, und das Wasser scheint stille zu stehen.

Die Hitze am Tage ist inzwischen sehr grofs geworden. Bleischwer drückt die heifse Luft auf uns hernieder; und nun kommt eine Plage zum Vorschein, auf die wir zwar schon vorbereitet worden sind, die man aber erlitten haben mufs, um die durch sie verursachte Qual sich ganz vergegenwärtigen zu können.



Miles-Canyon. Schlucht vor den Stromschnellen.

Milliarden grofser und kleiner Mücken, hier Mosquitos genannt, umschwärmen uns und summen Tag und Nacht, kriechen in Augen, Ohren, Mund und Nase und zerstechen selbst durch die Kleidung hindurch den ganzen Körper; sie scheinen sich für die bisherige Abwesenheit der Menschen mit unserem Blute entschädigen zu wollen, und dabei heifst es, das schwere Boot über den 36 km langen See rudern.

Wir gelangen endlich in den 50 mile river, durch den der Marsh oder Mud Lake mit dem Lake Labarge verbunden ist. Die Strömung beträgt hier je nach der Breite 3—5 miles oder 5—9 km die Stunde. Ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Seeen be-

finden sich die Miles Canyon und die White horse rapids, die gefährlichste Stelle der ganzen Reise.

Hier ist wieder eine Polizeiwache, und auch hier ist es der Polizei gelungen, sich an einer Stelle einzurichten, die es wie bei den Stromschnellen des Tagish Post sehr schwierig, ja fast unmöglich macht, anzulegen und zu landen.

Die Schlucht des Miles Canyon verengt sich hier auf 30 Meter und ist auf beiden Seiten von eben so hohen senkrechten Basaltwänden begrenzt. Der Strom rast mit einer Geschwindigkeit von 24 km die Stunde, also Personenzug-Geschwindigkeit, hindurch. Am Ende der Basaltwände, die vielleicht 200 Meter lang sind, erweitert sich das Flufsbett und die Strömung wird geringer, bis endlich vielleicht 400 Meter weiter hinunter es sich wieder verengt, ohne jedoch von hohen Wänden begrenzt zu sein, und wir an die berüchtigten White horse rapids kommen.

Die Strömung ist auch hier eine gewaltige, und in den hohen Sturzwellen der rapids haben viele Hab und Gut, einige sogar ihr Leben verloren. An den Ufern der Schlucht und dieser Stromschnellen entlang ist eine sogenannte Pole tramway gebaut, welche Güter und Menschen um die gefürchteten Stromschnellen herumbefördert. Des hohen Preises wegen verzichten die meisten jedoch auf dieses Mittel und trotzen mutig der Gefahr.

Die Pole tramways sind Bahnen, auf denen an Stelle der Schienen, Baumstämme von 10—15 cbm Durchmesser befestigt sind, während sich um die aus Eisen gegossenen Räder eine auf die Baumstämme (Holzschienen) passende Nute befindet.

Die Vegetation im Inneren Alaskas ist eine wahrhaft tropische zu nennen; beide Ufer des Yukon sind von den schönsten Blumen in allen Farben, ja sogar Rosen in grofsen Mengen eingefafst, und die Hügel sind mit starken Fichten und Birken bestanden.

Die Geschwindigkeit des Stromes nimmt unterhalb der rapids allmählich wieder ab, hält sich auf ungefähr 9 km die Stunde, und wir kommen aus dem 50 mile-river in den letzten der Seeen, den Lake Labarge, 31 miles oder 56 km lang.

An dem Nordende dieses Lake Labarge beginnt der 30 mile-river, der seinen Namen daher zu haben scheint, dafs er nicht 30, sondern wenigstens 60 miles lang ist. Der 30 mile-river ist sehr gefährlich und vielleicht noch gefährlicher als die gefürchteten White horse rapids, weil im Anfange seines Laufes zum Teil unter Wasser

grosse Felsstücke liegen, die für die Boote, besonders bei niedrigem Wasserstande, verhängnisvoll sind.

So bin ich denn auch Zeuge gewesen, dafs an dieser Stelle allein an einem Tage 29 Boote Schiffbruch gelitten haben, deren Mannschaft sich zwar zum gröfsten Teil gerettet hat, deren Ausrüstungen, Vorräte und Boote aber vollständig verloren gegangen sind. Einen Teil der Lebensmittel haben sie aus dem Wasser wieder herausgefischt, und dann hiefs es für die Schwergeprüften einfach wieder, Bäume fällen, Bretter schneiden und Boote bauen. Manche haben sich hier damit begnügt, statt der Boote nunmehr nur Flöfse zu bauen.



Stromschnellen der White Horse Rapids.

Auch mein Boot ist an dieser Stelle im 30 mile-river auf einen Felsen aufgefahren, der gleich einem riesigen Magnet alles an sich zu ziehen schien, glücklicherweise jedoch so gelinde, dafs es nur einer Arbeit von 2—3 Tagen bedurfte, es wieder vollständig in stand zu setzen und flott zu machen.

Am Einflufs des Teslin oder Hootalinqua-river in den 30 mileriver war wieder eine Polizeiwache, ebenso an den Einflüssen des Big Salmon und Little Salmon-river in den nunmehr Yukon-river genannten Flufs. Der Yukon-river geht hier in kurz gebogenen Schlangenwindungen manchmal geradezu wieder nach Süden, also rückwärts. Die Ufer fangen an, weniger steil und etwas niedriger zu werden, und Sandbänke, die durch Niederschläge aus dem vom Ufer losgerissenen Erdboden sich bilden, treten auf.

Hier ist es gefährlich an den Ufern entlang zu fahren, weil die an der Oberfläche durch Gras und Baumwurzeln zusammengehaltenen Ufer manchmal 2—3 Meter und mehr unterwaschen sind und, mit den darauf befindlichen Bäumen nachstürzend, alles unter sich begraben.

Die ungefähr 30 miles oder 54 km unterhalb von Little Salmon-river gelegenen Five finger rapids, die ihren Namen von den aus dem Wasser herausragenden Felsen erhalten haben, die den 5 Fingern einer Hand ähnlich sehen, und die Rink rapids, die kaum den Namen Stromschnellen verdienen, sind nicht gefährlich zu nennen; es ist hier auch noch niemand verunglückt.

Weiter nördlich gegenüber dem Einflufs des Pelly-river in den Yukon liegt die Polizeiwache Fort Selkirk. Eine alte Indian trading post oder Handelsniederlassung! Man sieht hier noch Ruinen früherer Befestigungen. Jetzt soll hier eine Stadt gegründet werden; die Regierung hat die Grundstücke bereits abgesteckt und mit dem Bau einiger Häuser begonnen.

Hier befinden sich eine gröfsere Anzahl Indianer-Gräber, die statt der Hügel nur einfache Bretterzäune haben, welche weifs und rot angestrichen, aber weder originell noch interessant sind. Die bisher in der Gegend des Pelly River gemachten Goldfunde dürften kaum viele zur Niederlassung an dieser Stelle bewegen.

Etwas günstiger dürften sich die Verhältnisse an der weiter nördlich gelegenen Mündung des Stewart River in den Yukon gestalten, der letzten Polizeiwache vor Dawson-City. Aber hier übt der Klondyke schon zu grofse Anziehungskraft aus, es dürfte deshalb auch an dieser Stelle zu einer gröfseren Niederlassung kaum kommen.

Nachdem wir so die ganze, etwa 500 miles betragende Entfernung von Dyea-Skagway den Yukon hinab zurückgelegt haben, liegen plötzlich ziemlich unvermittelt hinter einer Biegung des Yukon am Einflufs des Klondyke River die durch den letzteren getrennten beiden Städte oder vielmehr Niederlassungen Klondyke-City und Dawson-City vor uns, am nördlichen, rechten Ufer.

Hier inmitten der Wildnis und Hunderte von miles von aller Civilisation entfernt, überrascht uns das schöne Panorama und das bewegte, fast grofsstädtisch zu nennende Leben und Treiben, das Dawson-City unseren erstaunten Augen darbietet.

Dawson-City ist der Mittelpunkt aller Unternehmungen im Klondyke-Gebiet, und von hier aus wird im Umkreise von einigen hundert miles alles beherrscht. Es ist am Fufse einer mehr als 100 Meter hohen Hügelkette in einer morastigen sumpfigen Ebene erbaut, und

die Wahl dieses Baugrundes ist nur dadurch zu entschuldigen und zu erklären, dafs derselbe den gröfsten Teil des Jahres gefroren und mit Schnee bedeckt ist und wohl auch war, als er zum Bauplatz ausgewählt und abgesteckt wurde.

Im Winter erreicht die Kälte hier 50 und mehr Grad Celsius, sie ist aber dadurch erträglich, dafs es dann fast absolut windstill ist. Während des kurzen Sommers ist es zuweilen sehr heifs, und sonderbar ist, dafs trotz der enormen Hitze, die an Gewittertagen manchmal + 38 Grad Celsius erreicht, der Erdboden 2 Fufs unter der Oberfläche niemals auftaut.

Die sanitären oder gesundheitspolizeilichen Verhältnisse in Dawson-City selbst lassen viel zu wünschen übrig, während die Sicherheitsverhältnisse ganz geordnete und sicherlich nicht schlechter als in irgend einer grofsen Stadt sind. Die kanadische Polizei, eine Art Gendarmerie, hier North West Mounted Police genannt, ist eine rücksichtsvolle, entgegenkommende, aber sehr energische Behörde und hält Ruhe und Ordnung gut aufrecht. Der einzige bis jetzt vorgekommene Raubmord ist durch Gefangennahme, Verurteilung und Hinrichtung der daran beteiligten 4 Indianer gesühnt worden.

Es befinden sich in Dawson-City an Behörden aufser der Polizei ein Gericht (court), ein Postamt (General post office) und ein Berg-Amt (Mining recorders office), das Dokumente über verliehene Mutungen (claims), ausstellt. Aufserdem 2 grofse Banken, mehrere Handelshäuser, viele Hotels, Gasthäuser, Spielhäuser und Singspielhallen oder Theater.

Charakteristisch für die Stadt ist, dafs alle dem Genufs geweihten Stätten niemals geschlossen werden, also Tag und Nacht geöffnet sind, mit Ausnahme der Sonntage, die geheiligt werden müssen. Aber Montag nachts um 1 Uhr fängt alles wieder an. Es erscheinen zwei Zeitungen in Dawson-City, der Klondyke Nugget (Klondyke Goldklumpen) und die Yukon Midnight Sun (Yukon Mitternacht-Sonne). Die Nummer kostet 50 Cents = 2 Mk.; ebensoviel kosten einzelne Nummern von Zeitungen aus den Vereinigten Staaten und Kanada; sind besonders wichtige Nachrichten darin enthalten, so kostet die Nummer 1 Doll.

Allgemeines Zahlungsmittel ist der Goldstaub, der in kleinen Ledersäckchen in der Tasche getragen wird. Jeder, der etwas zu verkaufen hat, besitzt deshalb eine kleine Goldwage, und es hat sich die eigentümliche Sitte herausgebildet, dafs der Käufer dem Verkäufer das Säckchen mit Goldstaub einhändigt, und dieser dann die erforder-

liche Menge für sich abwägt und das Säckchen mit dem Rest dem Käufer wieder einhändigt.

Jedes Hotel, jedes Gasthaus ist mit einem Spielsaal verbunden, in welchem Poker, Makao, Meine Tante, deine Tante (Faro), Würfel und alle erdenklichen Spiele immer, Tag und Nacht, ohne Unterbrechung, im Gang erhalten werden. Zu diesem Zweck sind Leute angestellt, die für Rechnung des Wirtes spielen; man nennt sie Booster. Sie erhalten 8 Doll. den Tag, die Croupiers oder Dealers erhalten 20 Doll. täglich und haben dafür zu sorgen, dafs das Spiel nicht aufhört; Gewinne erhalten sie natürlich nicht ausbezahlt.

Die Art der Abrechnung mit den Spielern ist auch eigentümlich, denn da es zu langwierig wäre, jeden Einsatz abzuwägen, so händigt der Spieler dem Croupier oder Dealer seinen Goldsack ein, und dieser giebt ihm dafür Spielmarken im gewünschten Betrage, der aber mit dem Gewicht des Goldsacks ungefähr im richtigen Verhältnis stehen mufs.

Hört der Spieler auf zu spielen, so wird ihm an der Kasse soviel Gold zugewogen, als er gewonnen, oder aber abgewogen, als er verloren hat. Es werden hier ungeheuere Summen umgesetzt; öfter ist es vorgekommen, dafs Leute Goldsäcke deponiert haben, in denen sich statt des Goldes gehacktes Blei befand. Wenn sie gewannen, wurde dies nicht gemerkt und ihr Gewinn anstandslos ausbezahlt; verloren sie aber, so verschwanden sie heimlich während des Spiels, unter Zurücklassung ihres Beutels, der schliefslich natürlich untersucht wurde. Den Spielhalter schmerzt solch ein Verlust nicht sehr, er macht gewöhnlich auch kein Aufhebens davon.

Die Bevölkerung setzt sich aus allen Nationen der Welt zusammen, unter denen die Yankees überwiegen. Es ist deshalb auch alles auf deren Geschmack und Gewohnheiten zugeschnitten.

Das weibliche Geschlecht ist, mit Ausnahme der Damen, die keine Ladies sind, nicht sehr stark vertreten, doch haben sich immer auch hier anständige Frauen befunden.

Die Preise in Dawson-City sind den Verhältnissen angepafst, schwanken aber je nach Angebot und Nachfrage erheblich.

Wein, Bier und Spirituosen, deren Einfuhr kontrolliert und beschränkt ist, sind sehr teuer; so kostete eine halbe Flasche Pommery 30 Doll. oder 125 Mk., und doch flofs der Sekt manchmal in Strömen, ein Beweis für die dort gemachten reichen Goldfunde. Eine Flasche Milwaukee-Bier 3,50 Doll. = 14 Mk., eine Flasche english Ale 5 Doll. = 21 Mk., ein lebendes Huhn 10 Doll. = 42 Mk., ein Beef-

steak 5 Doll. = 21 Mk., 1 Glas Bier, 1 Schnaps, 1 Zigarre je 50 Cts. = 2 Mk. Im Klondyke gezogene Radieschen kosteten je 1 Mk. das Stück. In gewöhnlichen Restaurants konnte man aber eine reichliche und ganz gute Mahlzeit mit Kaffee oder Thee für 1,50 Doll. = 6 Mk. haben.

Haarschneiden und Rasieren kostete 2,50 Doll. = 10 Mk. Ein Zimmermann erhielt täglich 15 Doll. = 62,50 Mk. Petroleum hat im letzten Winter 50 Doll. = 200 Mk. die Gallone von 4 Litern gekostet; aber alle diese Preise sind seitdem erheblich heruntergegangen.



Main street (Haupt-Strafse) in Dawson City.

Den Postdienst hat die Polizei zu versehen, und da es Briefträger nicht giebt, mufs jeder, der einen Brief erwartet, in der General-Post-Office danach fragen. Die Leute warten zu diesem Zweck ganze Tage lang, bis die Reihe an sie kommt; für Damen war ein besonderer Eingang, und sie wurden immer sofort abgefertigt.

Die Yankees waren infolge ihres leichten Sieges über die Spanier sehr übermütig und chauvinistisch und sind jetzt überzeugt, allen Nationen der Welt überlegen zu sein. Auf uns Deutsche waren sie sehr schlecht zu sprechen. Am 8. August traf die Nachricht ein, dafs Admiral Dewey das deutsche Kriegsschiff Irene durch einen Schufs habe in die Luft sprengen und versenken lassen. Die Yukon-Midnight-Sun gab sofort eine Sonderausgabe heraus, in der diese Neuigkeit mit Riesenbuchstaben zu lesen war. In den Strafsen wurden Kriegsgesänge gegen Deutschland angestimmt und auf die Deutschen weidlich

geschimpft. Die unvermeidliche Vernichtung Deutschlands wurde vorausgesagt. Der Jubel der Amerikaner war glücklicherweise verfrüht.

Main Street, die Hauptstrafse in Dawson City, befindet sich noch in einem elenden Zustande; Wagen und Pferde versinken in Morast auf der Strafse. Man hat jetzt angefangen, die Sägespäne von den Sägemühlen auf die Strafsen zu werfen, um dieselben dadurch ein wenig zu befestigen.

An jagdbaren Tieren giebt es im Klondyke-Gebiet Bären, Moose oder Elentiere, Renntiere, dann wilde Enten und Schneehühner. Da der Transport gröfserer Tiere über Land aber ungeheuer schwierig,



Fleisch- und Fisch-Halle in Dawson City.

ja fast ganz unmöglich ist, so werden diese nur in der Nähe der Flüsse gejagt und erlegt und dann die Flüsse hinabgeflöfst. Es sind Elentiere erlegt worden, die 1800 Pfund schwer waren.

Während der Laichzeit, im Monat Juli—August, ist der Yukon River voll von Lachsen, die aus dem Meere heraufkommen und in grofsen Mengen, bis zum Gewicht von 100—120 Pfund das Stück, in Netzen gefangen werden und damit einen wohlthuenden Wechsel in das Einerlei der Speisezettel bringen.

Die riesigen Goldfunde, von denen berichtet worden ist, sind hier wirklich gemacht worden und keine Fabel. Es ist immer noch möglich Claims abzustecken, d. h. Mutungen zu machen und eintragen zu lassen. Bei der Canadian Bank of Commerce sind im ersten Monat ihres Bestehens mehr als 2 Tons oder 40 Centner Goldstaub deponiert worden, und das ist nur ein kleiner Teil des gefundenen.

Mir selber ist es gelungen, in den goldreichsten Distrikten eine

Anzahl Claims an den Bonanza, Moosehide, Troandike, Eldorado, Dominion Creeks, sowie am French Hill abzustecken und von der Mining Recorders office auf meinen Namen ins Grundbuch eintragen zu lassen. Ich beabsichtige mit der Ausbeute derselben im Frühjahr dieses Jahres zu beginnen.

Wenn die Reise nach Dawson City auch schon sehr beschwerlich war, so ginge man doch sehr fehl zu glauben, dafs die härteste Arbeit gethan ist, wenn man dies Ziel erreicht hat. Hier fängt im Gegenteil die eigentliche und schwerste Arbeit erst an; wieder geht es hinaus in die Wildnis.



Ein Goldgräber-Sommerhaus bei Dawson City.

Ob der Goldsucher schliefslich Erfolg hat, hängt wesentlich von seiner Energie ab, von seiner Kraft und Geschicklichkeit, von seinem Mut und seiner Ausdauer und davon, dafs diese ihm nicht versagen.

Es ist sicherlich mehr Gold in diesem Lande als irgend wo anders unter der Sonne, aber nirgends ist es so verborgen und so scharf von der Natur behütet und bewacht wie hier.

Der gefrorene Erdboden ist so hart wie Feuerstein, und es erfordert viel Holz und Hitze ihn aufzutauen, und das ist schwere Arbeit.

Dafs viele Goldsucher enttäuscht zurückkommen, liegt in der Natur der Sache. Die meisten von ihnen glichen nicht denen, die hinaus gegangen waren, lange bevor an Dawson City und Circle City zu denken war. Jene waren Pioniere und Abenteurer, angetrieben

ebenso sehr von der Sucht nach Neuem und Entdeckungen, als von der Aussicht das gleifsende Gold zu finden. Hier ist kein Platz für den, der hinausgetrieben wird von den blendenden Berichten über leicht erworbene Millionen, es bedarf vielmehr verwegener Geister, die vor Entbehrungen bei harter Arbeit nicht zurückschrecken, selbst wenn die Aussichten nicht immer die besten sind. Der Kühne, Verwegene mit durchdringendem Verstand, der aufmerksame Beobachter der Natur, das Herz, welches das Aufsergewöhnliche liebt und nach neuen Eroberungen, nach neuen Bildern und Stätten, die nie vorher ein menschliches Wesen beschritten, lechzt, er wird zufrieden und beglückt sein, wenn auch die Mühen grofs waren.

Er wird zurückkommen mit klarem Kopf, leuchtenden Augen, elastischem Schritt und vielleicht auch mit gröfserer Liebe zu seiner heimatlichen Scholle.

Die Prospektors, wie die Amerikaner die Goldsucher nennen, gehen mit Hacke, Spaten, Goldpfanne, Decken oder Zelten und den nötigen Lebensmitteln hinaus in die goldhaltigen Distrikte und graben auf gut Glück.

Glauben sie auf goldhaltigen Boden gestofsen zu sein, so waschen sie einen Spaten voll davon in der Pfanne aus, und man mufs wirklich einen solchen Versuch selbst mitgemacht haben, um die aufs höchste gespannte Erwartung zu verstehen und zu würdigen, die sich in aller Mienen dabei ausspricht.

Sind seine Hoffnungen getäuscht worden, so zieht der Goldsucher weiter; haben sie sich erfüllt und sind seine Bemühungen von Erfolg gekrönt, so steckt er seinen Claim ab, d. h. er schlägt an den vier Ecken Pfähle ein, schreibt seinen Namen und das Datum darauf und meldet dies sobald als möglich in der Mining Recorders office an. Einen Markpfahl zu entfernen ist streng verboten und wird als Vernichtung einer Urkunde bestraft.

Das einzige maschinenartige Instrument, das hier Verwendung findet, ist die Wiege oder rocker. Es ist ein Kasten, der auf Leisten ruht und gleich einer Wiege darauf geschaukelt werden kann; in ihm befinden sich horizontal übereinander 3—4 durchlochte Eisenbleche, auf deren oberstes, unter Zugiefsen von Wasser, der goldhaltige Kies geschüttet wird.

Durch das Schütteln und Wiegen fällt Kies und Gold durch, aber infolge seiner gröfseren Schwere das Gold zuerst, während der Kies fortgewaschen wird, das Gold sich aber unten ansammelt.

Die Registrierung eines solchen Claims kostet 15 Doll. oder

62,50 Mk.; andere Kosten entstehen nicht, aber es wird von der Ausbeute, die aber von den Behörden natürlich schwer festgestellt werden kann, ein geringer Prozentsatz erhoben.

Erweist sich ein Claim als abbaufähig, so wird in seiner Nähe ein Blockhaus erbaut, in dem sich der Goldsucher dann häuslich einrichtet.

Trotz des bis jetzt von allen und ausschliefslich betriebenen Raubbaues, der ohne irgend welches System und ganz ohne Hilfe selbst der einfachsten Maschinen nur mit Handarbeit verrichtet wird, und trotz der bis jetzt sehr mangelhaften oder vielmehr ganz fehlenden,



Goldwaschen mit der Pfanne.

aber für die Entwickelung des Landes und der Goldminen-Industrie so notwendigen Verkehrseinrichtungen, sind die bis jetzt erreichten Erfolge sehr gute, in einigen Fällen sogar über alle Erwartungen grofsartige, die zu den gröfsten Hoffnungen berechtigen, besonders wenn man berücksichtigt, dafs es sich hier um ein ungeheuer grofses Gebiet handelt, in dem sich nicht nur Gold, sondern auch alle anderen edlen und unedlen Metalle, Kohlen und Erze in reichen Lagern vorfinden, und dafs bis jetzt nur ein verschwindend kleiner Teil des Landes und zwar nur in der primitivsten Weise bearbeitet und ausgenutzt wird. Die Goldminen-Industrie geht hier bei rationeller Bearbeitung einer grofsen Entwickelung und sehr reichen Zukunft entgegen.

Bis jetzt haben die Goldsucher in den im Winter bis auf den

Grund gefrorenen Bächen den goldhaltigen Boden (pay-dirt) einfach ausgegraben, auf Halden geschafft und dann das Frühjahr abgewartet, um mit dem eintretenden Tauwetter das Eis und Schneewasser zum Auswaschen des Goldes zu benutzen.

Die bis jetzt gemachten Goldfunde sind alle in sogenannten Placer minings gemacht worden, d. h. das gefundene Gold ist Alluvial-Gold, welches als Staub, in Körnern oder in Stücken (nuggets) in reinem Zustande aus dem kiesartigen Boden gewaschen wird. Dafs das Alluvial-Gold sich nicht immer nur in den Flufsbetten und Thälern be-



Goldgräbers Blockhaus am Claim.

findet, sondern zum Teil auch auf den Hügeln, ist zuerst im Klondykegebiet festgestellt worden, und es sind dementsprechend sogenannte Hill claims erteilt worden, die sich zum Teil wie z. B. auf French Hill am Eldorado als sehr reich erwiesen haben.

Das Vorhandensein solcher Placer Minings hat goldhaltige Quarzlager zur Voraussetzung, die, zum Teil verwittert, durch Wasser oder Gletscher von dem Orte ihrer Entstehung bis zum Fundorte gewaschen oder geschoben worden sind.

Die Form des Goldes im Gestein ist ursprünglich kantig, scharf und spitz, wird aber durch die Fortbewegung über den Erdboden und das Gestein abgeschliffen. An dem Grade des Abgeschliffenseins d. h. nach der Abrundung der Kanten läfst sich darauf schliefsen, wie weit das Gold ungefähr gereist ist.

Das im Klondyke-Gebiet gefundene Gold ist nicht sehr abge-

schliffen und rundkantig, ja zum Teil noch ziemlich scharf. Man kann aus diesem Grunde mit Bestimmtheit darauf schliefsen, dafs in nicht sehr weiter Entfernung davon sich jetzt noch goldhaltige Quarzlager befinden, deren Reichtum nach den bisher gemachten Funden an Alluvial-Gold den aller anderen Länder, Australien und Afrika eingeschlossen, bei weitem übertrifft. Es ist deshalb auch der Wunsch und die Hoffnung aller darauf gerichtet, die sicher in ziemlicher Nähe befindlichen Quarzlager zu entdecken, um sich aufser einem Placer Mining claim einen solchen Quarz claim zu sichern, dessen Wert unschätzbar wäre.

Für den Transport von Gütern von Dawson City nach dem nur 120 km entfernten Dominion creek sind im letzten Jahre 100 Doll. für den Centner bezahlt worden, und trotz dieses unerhörten Preises haben sich nicht einmal immer Frachter bereit gefunden. Eine Klein- oder Feldbahn die den Klondyke, Bonanza entlang über The Dome, in welchem die Quarzlager vermutet werden, ginge und nach dem Dominion creek führte, würde nicht nur die Entwickelung des Hinterlandes gewaltig fördern, sondern auch bei verhältnismäfsig niedrigen Frachtsätzen ein geradezu glänzendes Geschäftsunternehmen sein. Nach dem übereinstimmenden Urteil aller Sachverständigen und Interessenten, die dieses neue Goldland aus eigener Anschauung kennen, ist von dem ungeheuren Gebiete nur ein geringer Teil erschlossen. Von den Hunderten von Bächen und Flüssen, die alle ohne Ausnahme Gold führen, sind nur einige wenige erforscht.

Es wird in Zukunft leicht sein, im Sommer das Klondyke-Gebiet zu erreichen, da von Skagway über den Withe Pafs eine Eisenbahn gebaut ist, die bis Lake Bennett führt, das man in einem Tage leicht erreichen kann. Von Lake Bennett kann man auf den inzwischen eingestellten Flufsdampfern Dawson City in 3—4 Tagen erreichen. Der mit Recht so gefürchtete Chilcoot-Pafs mit seinen Lawinen wird also in Zukunft wieder so vereinsamt und so verlassen daliegen wie früher, und die durch ihn verursachten Leiden werden ein Ende haben.

Es bietet sich demnach jedem Unternehmungslustigen, dem das nötige Kapital zur Verfügung steht, ein überaus reich lohnendes Feld für seine Thätigkeit, und es ist nur zu wünschen, dafs sich die Deutschen hier nicht wie in Australien und Transvaal von den Angehörigen anderer Nationen wieder zuvorkommen und die günstige Gelegenheit entgehen lassen. Die Zeit wird nicht ferne sein, in welcher der Goldreichtum des Klondyke-Gebiets eine ebenso grofse Bedeutung erlangt haben wird wie in Transvaal und Australien.

Nicolaus Coppernicus.

Von Professor **M. Curtze** in Thorn.

(Fortsetzung.)

III. Greisenalter und letzte Lebensjahre.

Inzwischen hatte Coppernicus das 60. Lebensjahr erreicht. Bald darauf gedachte er das Recht dieses seines Alters auf Annahme eines Coadjutors cum iure succedendi — und zwar, wie am besten aus dem verschleppenden Verfahren des Bischofs später ersichtlich, ohne den Zwang körperlicher Hinfälligkeit — nur zur Sicherung seiner Pfründe für einen ihm Nahestehenden im Falle seines Todes zu benutzen. Das Antwortschreiben Ferbers aus 1534, die Quelle unserer Kenntnis über diesen Umstand, läfst über die momentane Verweigerung der erforderlichen bischöflichen Einwilligung keinen Zweifel. Auch im Februar 1535 vertröstete ihn der Freund auf der Kathedra mit dem Versprechen guten Rates für die Zukunft. Der Tod Ferbers in 1537 hinderte alle, wenn überhaupt vorhandenen diesbezüglichen Abmachungen zwischen beiden, und erst am 7. Mai 1543, wenige Tage vor dem Tode des grofsen Astronomen, trat Johannes Loysse oder Lewsze, aus einem Geschlechte, von welchem zwei Mitglieder mit Nichten des Domherrn verheiratet waren, auf Grund päpstlicher Bestätigung als Coadjutor desselben ein. Ebenfalls zu Gunsten, hier eines Freundes, erfolgte 1538 die Niederlegung einer Sinecure, einer Scholastrie an der Kirche zum heiligen Kreuz zu Breslau, seitens des Greises, über welche wir nur die Thatsachen der Besitzdauer seit den Jünglingsjahren — aus dem Doktordiplome — und der Niederlegung wissen. Selbst die Person des Nachfolgers wird verschieden angegeben.

Wennschon, wie erwähnt, die geistige und körperliche Frische unseres Helden auch nach Überschreitung der Jahre kräftigsten Schaffens ungebrochen blieb, so traten doch Ansprüche, wie sie das Kapitel an den rüstigen Mann hatte stellen dürfen, jetzt seltener an ihn heran, um schliefslich von selbst ganz aufzuhören. So wurde ihm

am 8. November 1537 die Verwaltung der mortuaria, milder Stiftungen zu Gedächtnisfeiern, und der assistentia munitionis zugeteilt, Ämter, die schwerlich grofse Anforderungen an ihren Inhaber stellten. Andererseits finden wir ihn im ganzen Verlaufe der dreifsiger Jahre nach den Elbinger Ausschufssitzungen nur noch dreimal auf mehr oder weniger doch körperliche Anstrengungen bedingenden Reisen im Dienste des Kapitels, nämlich 1531 und 1538 als Nuncius Capituli im Gebiete des Kammergutes Allenstein und 1535 mit seinem Freunde Giese als Visitator ebendaselbst.

In unvermindertem Umfange bestand jedoch seine wissenschaftliche Thätigkeit fort. Der stoffliche Inhalt der Revolutiones lag wahrscheinlich schon längere Zeit vollständig vor. Eine obere Zeitgrenze für seinen Abschlufs bildet allem Anscheine nach eine Beobachtung des Apogäums der Venus aus dem Jahre 1532, deren Resultat zu 48° 30′ durch Coppernicus' eigenhändige Einzeichnung in die einst ihm gehörigen Tabulae directionum profectionumque des Regiomontan uns zu Upsala erhalten ist. Während nun in der Editio princeps der Revolutiones sonst aufser den Angaben der Alten stets die Werte der eigenen Planetenbeobachtungen des Verfassers gegeben sind, fehlt letzterer bei dem Apogäum der Venus. Im Prager Originalmanuskripte findet sich dagegen, aber durchstrichen, eine eigene frühere Bestimmung desselben zu 48° 20′, übereinstimmend mit den Angaben des Almagest. Da liegt doch der Schlufs nahe, Coppernicus habe die Revolutiones ursprünglich, wie noch kenntlich, unter Benutzung der alten Angabe abgeschlossen gehabt, nach jener genaueren Beobachtung von 1532 aber diese getilgt, und die Einfügung des neuen Wertes nur verabsäumt. Damit rückte die Vollendung des Werkes in den äufseren Umrissen vor das Jahr 1532 hinauf. An textlichen Verbesserungen arbeitete der greise Forscher jedoch noch ununterbrochen bis fast zum letzten Augenblicke, und ebenso unermüdlich suchte er an immer wiederholten Gestirnbeobachtungen die Richtigkeit seiner Theorie zu erhärten. Aufser der erwähnten der Venus von 1532 sind uns deren noch mehrere, in den Revolutiones nicht aufgenommene aus dem Jahre 1537 erhalten.[26]) Nach einer Notiz in der Lebensbeschreibung Karls V. von Zenocarus[27]) hat

[26]) Man sehe darüber das erste Heft der „Mitteilungen des Coppernicus-Vereins“ S. 35, die Prolegomena der Säcularausgabe der Revolutiones, Thorunii 1873, und die Reliquae Copernicanae. Leipzig 1875.

[27]) De republica, Vita, Moribus, Gestis, Fama, Religione, Sanctitate Imperatoris, Caesaris, Augusti, Quinti, Caroli, Maximi Monarchae Libri septem ... autore Guilielmo Zenocare à Scauvenburgo, Gandavi 1559. S. 193/94.

Coppernicus sich auch mit dem Kometen des Jahres 1533 beschäftigt und ist dabei mit Petrus Apianus, Scala, Cardano und Gemma Frisius in Streit geraten. Nur Apianus' Beobachtungen, nach denen Olbers die Bahnelemente zu berechnen versucht hat, haben sich erhalten. Wir dürften aber wohl nicht fehlgehen, wenn wir in dem nicht dem Almagest entsprechenden Verhalten des Kometen, speziell seiner Rückläufigkeit, eine neue Waffe in der Hand des Frauenburger Astronomen zur Erschütterung der Autorität des Ptolemaios erblicken.

Nach dem Erscheinen des Commentariolus, welcher ungefähr einer Selbstanzeige der Revolutiones durch den schon weit berühmten Domherrn entspricht, verbreitete sich statt des früheren langsamen Durchsickerns einer dunklen Kunde die genauere Kenntnis des neuen Systemes rasch. Schon 1533 hielt der päpstliche Sekretär Widmanstad dem für die Wissenschaft begeisterten Papst Clemens VII. im Beisein mehrerer Kardinäle eingehenden Vortrag über die heliocentrische Lehre des Frauenburgers.[28]) Auch als nach Pauls III. Thronbesteigung der finstere Eifergeist der starr buchstabengläubigen Gegenreformation Einflufs gewann, fanden sich unter der höchsten Geistlichkeit noch Gönner freier Geistesrichtung. Kardinal Nicolaus von Schönberg, Bischof von Capua, erbat sich in einem Briefe vom 1. November 1536 von Coppernicus selber eingehende Darlegung seines Systems. Leider verhinderte ihn ein baldiger Tod (schon 1537) an dem halb und halb versprochenen Eintreten für die päpstliche Billigung desselben. Ungewifs ist, ob unser Nicolaus noch dem Wunsche des hohen Kirchenfürsten entsprechen konnte; die Wichtigkeit jedoch, welche er der Aufforderung beimafs, erhellt aus dem Abdruck des Originalschreibens vor dem Texte der Revolutiones. Ganz im Gegensatze zu dieser ursprünglich freundlichen Aufnahme in Rom steht die von Anfang an schroff ablehnende Haltung der Wittenberger Reformatoren. Darüber an späterer Stelle ein Mehreres.

Neben seinen rein wissenschaftlichen Interessen widmete sich

[28]) Die Notiz ist der Münchener Handschrift Codex Graecus CLI entnommen. In derselben steht die eigenhändige Eintragung von Widmanstad: „Clemens VII. Pontifex Maximus hunc codicem mihi dono dedit Anno MDXXXIII Romae, postquam ei praesentibus Fr. Ursino, Joh. Salviato Cardinalibus, Joh. Petro episcopo Viterbiensi, et Mattheo Curtio physico, in hortis Vaticanis Copernicanam de motu terrae sententiam explicavi. Joh. Albertus Widmanstadius cognomine Lucretius, Serenissimi Domini nostri Secretarius et familiaris."

Coppernicus auch in höherem Alter noch den aus Verwandtschafts- oder Freundschaftsbeziehungen entsprungenen Pflichten. So übernahm er über die Kinder seiner an den Danziger Ratmann Reinhold Feldstette verheirateten, seit 1529 verwitweten Cousine die Vormundschaft und führte sie nachweislich noch 1536.

Gleichfalls hierher gehört, was wir von seiner ärztlichen Thätigkeit wissen. Genauere Angaben aus früheren Perioden fehlen völlig, denn die kurze Nachricht Starawolskis und nach ihm Gassendis, Coppernicus sei wie ein zweiter Aesculap verehrt worden, ist neben ihrer Unbestimmtheit doch auch nur mit einer durch die Rücksicht auf seine Stellung bedingten Einschränkung zu verstehen; regelmäfsiges Praktizieren war ein Nonsens für ihn. Näheres wissen wir erst von seinen Bemühungen um den kranken Bischof Mauritius Ferber an. Die uns erhaltenen medizinischen Werke aus seinem Besitze und seine Einzeichnungen darin zeigen, wie der als Astronom seinem Zeitalter weit vorauseilende Mann als Arzt, und zwar als hochangesehener Arzt, doch ein Kind seiner Zeit blieb und sich durch keine neue originelle Auffassung vor ihr auszeichnete. Es sind dieselben Lehrbücher, dieselben aus allen drei Naturreichen zusammengesetzten, durch Inhalt und Ellenlänge fast unser Lachen erregenden Rezepte, wie sie noch lange nachher gang und gäbe waren. Trotzdem sehen wir ihn oft erfolgreich eingreifen. Als 1529 Bischof Mauritius Ferber ihn das erste Mal zur Konsultation nach Heilsberg berief, gelang es ihm bald, den Patienten herzustellen. Gegen Ende 1531 wiederholte sich die Berufung, Ferber litt an heftiger Kolik. Im Verein mit des Herzogs Albrecht Leibarzt Dr. Wille gelang Coppernicus wieder die Bewältigung der Krankheit. Mauritius preist ihn in Briefen an den Krakauer Kollegen und den Gnesener Erzbischof als seinen Lebensretter; da kam im April des nächsten Jahres ein Rückfall, 1533 gesellte sich das Podagra dazu, und beides spottete der ärztlichen Kunst. Nach einem ersten Schlaganfall 1535 rettete ihm der Domherr zwar mit Mühe das Leben, aber untersagte für die Zukunft jede Beschäftigung, um durch absolute Ruhe den schwachen Faden noch für einige Zeit vor dem Zerreifsen zu schützen. Die Danziger Ärzte und des Königs von Polen Leibarzt stimmten nachträglich ihrem Kollegen einfach zu. Doch auch sorgfältige Pflege vermochte nichts mehr. Am 1. Juli 1537 erlag Ferber einem zweiten Schlaganfalle, ohne dafs der herbeieilende Coppernicus noch Gelegenheit zur Hilfe hätte finden können; der Tod war schon vor seiner Ankunft eingetreten.

Vorgreifend sei es uns hier gestattet, das wenige in urkundlichen Nachweisen uns über die weitere ärztliche Thätigkeit des Domherrn Erhaltene zu erwähnen. Naturgemäfs sind wir nur über Konsultationen nach auswärts unterrichtet, während alle Umstände seines vermutlich öfter in Frauenburg selbst gespendeten Beistandes bei der Mündlichkeit der vorhergehenden Verhandlungen sich unserer Kenntnis völlig entziehen. Zunächst finden wir ihn wieder auf der Reise nach Heilsberg. Dantiscus, der Nachfolger Ferbers auf Ermlands Bischofstuhle, war wenige Monate nach seiner Wahl im April 1538 nicht unbedenklich erkrankt. Als im Mai des Coppernicus Kunst ihn nur notdürftig wieder hergestellt hatte, sah er sich zu einer Reise nach Breslau genötigt, zum Vollzug des ehrenvollen Auftrags, die Ehepakten des polnischen Königssohnes Sigismund August abzuschliefsen. Die spätere Deputierung gerade Coppernicus' neben Felix Reich von Kapitelsseiten zur Huldigungsfeier des neuen Bischofs (August 1538) könnte daher wohl auch dem Nebenzwecke gedient haben, dem Arzt Coppernicus Gelegenheit zur Beobachtung der Folgen dieser Anstrengung während der Rekonvalescenz zu geben. Im folgenden Jahre trieb ihn die Besorgnis um den schwer erkrankten, von Thorner Ärzten ohne grofsen Erfolg behandelten Tiedemann Giese nach Löbau, dem Schlosse seines jetzt den Culmer Bischofssitz einnehmenden Herzensfreundes. Bald nach seiner Ankunft am 27. April mufs er jedoch schon wieder zur Kathedrale zurückgekehrt sein, denn, wie wir später sehen werden, traf ihn Rheticus bei seiner Ankunft im Ermlande im Mai 1538 zu Frauenburg. In Begleitung dieses seines Schülers begab er sich auf Einladung Gieses zu längerem Aufenthalte von Juli bis September nochmals nach Löbau, wohl auch mit um die Rekonvalescenz des bald 60jährigen als Sachverständiger zu überwachen. Auch 1540 nahm er für kürzere Zeit bei erneuter Erkrankung des Bischofs zu Löbau Aufenthalt, um dann die Behandlung brieflich weiter zu führen. Das glänzendste Zeugnis aber für seinen hohen ärztlichen Ruf und seine stete Hilfsbereitschaft selbst im Greisenalter legt das letzte uns bekannte Auftreten als Arzt ab, seine Berufung und Reise nach Königsberg im Jahre 1541. Unter dem 6. April 1541 wandte sich Herzog Albrecht an das Frauenburger Kapitel und Coppernicus, um letzteren zur Behandlung seines schwer erkrankten, alten Vertrauten Georg von Kunheim, Amtshauptmanns von Tapiau, nach Königsberg zu bitten. Zwei nach dem Tode des erprobten Leibarztes Dr. Wille daselbst praktizierende jüdische Ärzte hatten schon ver-

geblich ihre Kunst an dem Kranken versucht. Im Interesse der freundnachbarlichen Beziehungen wurde Coppernicus die Erlaubnis zur Reise an den Hof des Herzogs seitens des Kapitels am 8. April bewilligt; am 13. meldet Albrecht dankend sein Eintreffen zugleich mit dem Ersuchen um Verlängerung des Urlaubs. Erst am 5. Mai kehrte Coppernicus nach Frauenburg zurück und setzte von da an gemeinsam mit dem polnischen Leibarzte Dr. Solpha die Behandlung brieflich fort. Da Kuhnheim erst 1543, also zwei Jahre später, mit Tode abging, so mufs sie wohl Erfolg gehabt haben. Nebenbei mag der Domherr seinen Aufenthalt wohl auch zum Besuche seiner Nichte, der seltsamerweise unter ihrem Stande an den herzoglichen „Heerpeucker“ Kaspar Stulpawitz verheirateten Tochter des Krakauer Kaufmanns Berthel Gertner, verwendet haben, deren Kinder er später in seinem Testament bedacht hat.

Mit dem Tode Ferbers trat, wie wir schon oben sahen, wenn auch mangels päpstlicher Bestätigung nicht de jure, doch factisch das Kompromifs Giese - Dantiscus in Wirksamkeit. Des Königs Absicht, der scheinbar durch des Dompropstes Plotowski eigenes Streben nach der Kathedra gefährdeten Kandidatur des Dantiscus durch einen Machtspruch zum Siege zu verhelfen, unterblieb infolge des aus Furcht vor einem Praecedens abgegebenen Versprechens der Domherrn, unbedingt nur diesen zu wählen. Wirklich fielen alle neun abgegebenen Stimmen, unter ihnen diejenige von Coppernicus, auf Dantiscus. Auf der Kandidatenliste hatte sich übrigens auch sein Name an Stelle des ursprünglich aufgeführten Snellenberg befunden, obwohl ihm zeitlebens jedes derartige Streben ferngelegen hatte.

Bald nach der erwähnten Huldigungsreise begannen ernste Unannehmlichkeiten zwischen Coppernicus und seinem neuen Bischof. Ein kurzes Eingehen auf des Dantiscus reich bewegtes Leben mag bei der bedeutenden Persönlichkeit des Mannes, seinen schon seit langer Zeit bestehenden Beziehungen mit unserem Helden und zur Erklärung seiner Stellungnahme zu ihm erwünscht erscheinen. 1485 als Sohn eines Danziger Brauers geboren, nahm er ursprünglich von seines Grofsvaters Beschäftigung den auch gräcisiert als Linodesmos vorkommenden Namen Flaxbinder an; nach seiner Adelung durch Kaiser Max vertauschte er ihn gegen die Bezeichnung de Curiis, in deutscher Form von Höfen, um sich in höheren Jahren nur noch als Dantiscus nach seiner Vaterstadt zu bezeichnen. Schon als Knabe auf der Universität Krakau gebildet, nahm er als 17jähri-

ger an einem Tatarenkriege Polens teil und begab sich dann auf ausgedehnte Reisen, die ihn bis nach Palästina und Arabien führten. Kaum zurückgekehrt, ward der erst 23jährige 1508 als königlicher Notarius zur Marienburger Tagfahrt entsendet und vertrat von da an bis 1513, also zur Zeit, da Coppernicus in Watzelrodes Begleitung dieselben ebenfalls besuchte, und er jedenfalls durch seine Stellung in nahe Beziehungen zu Oheim und Neffen kommen mufste, als königlicher Sekretär Sigismunds Interessen auf den Landtagen seiner Heimat, — sehr zum Ärgernis der preufsischen Stände, die ihn namentlich wegen des Versuchs einer Einführung der Appellation an polnische Gerichte gegen ihre ausdrücklichen Privilegien mit ihrem besonderen Hasse bedachten. Solche treue Hingabe an das neue Vaterland, verbunden mit hervorragender Begabung und reichem Wissen liefsen ihn für den hohen Posten eines Gesandten bei den deutschen Kaisern Max und Karl V. geeignet erscheinen. Als solchen finden wir ihn von 1515 an. In unstetem Wanderleben vergingen ihm so vier Jahre am kaiserlichen Hoflager zu Valladolid; er wohnte der Kaiserkrönung zu Bologna bei und zog zu den grofsen Reichstagen nach Deutschland. Hier wartete seiner noch eine der schwierigsten Aufgaben: die Vertretung des Krakauer Friedens und der dadurch eingetretenen Säkularisation des Ordenslandes und des Übertrittes Albrechts zur Reformation vor Kaiser und Reich zu Augsburg und Nürnberg. Allmählich des ewigen Umherziehens müde, bat er zur Zeit seiner Wahl zum Bischof von Culm, 1530, um Enthebung von dem Gesandtenposten, welche ihm auch nach dem Nürnberger Reichstage gewährt wurde. Bis dahin war der hochgebildete und in stetem Umgange mit den höchsten Kreisen fein geschliffene Dantiscus Humanist, Freidenker und Weltkind gewesen. Anakreontische Liebeslieder und einige Epen hatten seinen Ruf als begabter Dichter begründet, und auch die frühzeitige Übernahme mehrerer Pfründen, so schon 1513 der Pfarrei zu Golombie, 1523 an der Danziger Hauptkirche, denen sich 1528 noch ein Frauenburger Kanonikat anreihte, änderte an seiner gepriesenen Sittenfreiheit nichts, handelte es sich ja gröfstenteils nur um die Wahrnehmung seiner pekuniären Interessen bei Übernahme derselben. Zahlreiche Liebesverhältnisse, aus deren einem mit der Spanierin Ysope de Galda eine Tochter Johanna Dantisca de Curiis entsprofs, bewiesen es zur Genüge. Ebenso vorurteilsfrei zeigt ihn sein Besuch bei den Reformatoren in Wittenberg in 1523. Seine Charakteristik Luthers wird, bei allem innerlichen Widerstreben des Hofmanns gegen die Derbheiten des gewalti-

gen Augustiners, doch dessen grofsen Eigenschaften voll gerecht, ja er versteigt sich zu der Erklärung, wer zu Rom nicht den Papst, zu Wittenberg nicht Luther gesehen habe, habe nichts gesehen. Mehr hingezogen fühlte er sich aber zu Melanchthon, dessen weitere Schicksale er lange, auch noch später von Heilsberg aus, anteilnehmend verfolgte. Und als sich auf dem Augsburger Reichstage alles scheu vor dem Verfasser der Confessio Augustana zurückzog, da war es Dantiscus, der ihm Gastfreundschaft gewährte, ein Freundschaftsbeweis, den ihm der Wittenberger nie vergafs. Alles das änderte sich fast wie mit einem Schlage nach seiner Rückkehr in die Heimat, hauptsächlich durch den unheilvollen Einflufs seines Schützlings und baldigen Beraters sowie späteren zweiten Nachfolgers und dereinstigen Kardinals, des „Hammers der Ketzer", des „Todes Luthers", Hosius. Schon in seiner Culmer Diöcese ging er aufs Schärfste gegen die „Heterodoxen" vor, so dafs seine Sinnesänderung häufig mit der des Paulus verglichen wurde, z. B. von dem eben erwähnten Berater. Auch seine nicht unbedeutende dichterische Begabung stellte er von nun an völlig in den Dienst der Kirche; so geifselt er in dem Carmen paraeneticum an den jungen Eustachius von Knobelsdorff die Sünden seiner früheren Weltlust und stimmt in der von Hosius besorgten Hymnensammlung einen feierlichen, streng kirchlich-religiösen Ton an. Der gleiche strenge Eifergeist wie in Culm durchweht sein Edikt vom März 1539 nach der Verwaltungsübernahme Ermlands, durch welches alle nicht Rechtgläubigen Landes verwiesen werden. Ja selbst nach Danzig, nach aufserhalb seiner Diöcese, reicht der starke Arm des bei Hofe angesehenen Bischofs zur Unterdrückung reformatorischer Ideen.

Jahrzehnte lang aufser aller Verbindung mit seinem Heimatlande, hatte Dantiscus auch die zu Watzelrodes Zeiten sicher bestehende Fühlung mit Coppernicus in seiner hohen politischen Stellung verloren. Nach der Rückkehr versuchte er wieder anzuknüpfen, einenteils wegen des grofsen wissenschaftlichen Rufes des Domherrn, andernteils wohl auch, um den im Kapitel einflufsreichen Mann in sein Interesse zu ziehen, letzteres, wie wir wissen, ohne Erfolg. Wir besitzen vom 11. April 1533 und vom 8. Juni 1536 Antwortschreiben von Coppernicus an Dantiscus, welche sich auf vorangegangene Einladungen nach Löbau beziehen. Bezeichnender Weise lehnen dieselben unter Berufung auf dringende Geschäfte ziemlich kühl ab. In einem weiteren Briefe vom 2. August 1537 teilt

allerdings der Domherr freiwillig seinem eben gewählten Bischofe diesen interessierende politische Neuigkeiten mit.

Schon Coppernicus' entschiedene Parteinahme für Giese in dem Coadjutoriestreite mufste die Lockerung der kaum wieder angesponnenen Beziehungen zwischen den bedeutenden Männern zur Folge haben, wozu als neues Moment des Nichtverstehens für den in Glaubenssachen zwar streng kirchlich gesinnten, aber doch milde urteilenden Domherrn das schroffe Auftreten des neuen Paulus in der Bethätigung seines Glaubenseifers sich gesellte. Als der jüngere Dantiscus nun unter Berufung auf seine bischöfliche Autorität bestimmend in Freundes- und Privatverhältnisse unseres Nicolaus einzugreifen begann, scheint die völlige innerliche Trennung beider nur durch die erzwungene Achtung vor des Domherrn wissenschaftlicher Gröfse und des letztern angemessene Rücksichtnahme vor der kirchlichen Stellung seines Widersachers notdürftig nach aufsen hin verdeckt zu sein, ohne dafs spätere Vermittelungsversuche die Kluft hätten überbrücken können. Die erste derartige Störung basierte auf dem Streite Dantiscus-Hosius gegen Alexander Sculteti. Nach dem Scheitern der anfänglichen Reformbestrebungen Papst Paul III. begann in der Kirche die streng katholische Eifererpartei die Oberhand zu gewinnen. Einer ihrer ersten, eifrigsten Vertreter war der schon erwähnte einflufsreiche spätere Kardinal Hosius. Die klare Erkenntnis von der Notwendigkeit, zur Verwirklichung seiner Ideen zuerst energisch in dem mit am meisten von reformatorischen Ideen durchdrungenen Preufsen einzuschreiten, liefsen ihn als Stützpunkt daselbst zunächst ein Frauenburger Canonicat erstreben. Jedoch erst Dantiscus wufste seinem Schützling nach dem Mifslingen der früheren Pläne desselben seine eigene Pfründe durch seinen bischöflichen Einflufs zu sichern (5. Juni 1538), wogegen Alexander Sculteti, schon von dem Coadjutoriestreit her des Dantiscus eifrigster Widerpart, zu Rom in später unentschieden gebliebenem Prozesse Einspruch erhob. Bald nach der trotzdem erfolgten Einführung des Eiferers, zu der auch durch ein Spiel des Zufalls der milde Coppernicus mit deputiert war, bewarb sich kraft des dem König Sigmund zeitweilig vom Papst verliehenen Nominationsrechtes der frischgebackene Canonicus von Krakau aus um die am 1. März 1539 erledigte zweite Prälatur. Noch vor dem Eintreffen dieser Nomination in Frauenburg hatte aber das Kapitel, wohl aus Besorgnis vor etwas Ähnlichem, am 11. März durch Aufrücken von Johannes Zimmermann in die erledigte und Verleihung der dadurch frei werdenden

letzten Prälatur an Alexander Sculteti dem Verbündetenpaar einen Strich durch die Rechnung gemacht. Der Inanspruchnahme wenigstens der letzten Prälatur für Hosius gegenüber trat Alexander Sculteti nicht zurück, sondern wandte sich, da in der Folge Dantiscus unter vielleicht berechtigter Anzweifelung seiner Rechtgläubigkeit und Sittenreinheit seinen Ausschlufs aus dem Kapitel und Verbannung aus Polen durchzusetzen gewufst hatte, wieder, unter dem Schutze mächtiger Gönner, an die päpstliche Curie, wo er später auch ein obsiegendes Urteil erstritt. Dem unbilligen Ansinnen des Dantiscus an seinen Klerus, inzwischen, lange vor Entscheidung des Prozesses, allen persönlichen Verkehr mit dem Verdächtigen abzubrechen, leistete Coppernicus nicht Folge. Länger als ein Dezennium mit Sculteti eng befreundet und früher mehrfach in gemeinsamer Arbeit mit ihm verbunden[29]), erklärte er, ihn höher schätzen zu müssen als manchen andern. Auf erneute diesbezügliche Vorstellungen, diesmal auf dem Umwege über Giese, als Nicolaus im Sommer zu Löbau weilte, antwortete er zwar artig, er habe dem Dantiscus nicht zu nahe treten wollen und gedenke dem erleuchteten Willen hochdessen nachzuleben, liefs ihn aber dabei deutlich seine Entrüstung fühlen. Mit Scultetis Reise nach Rom zur Verantwortung erledigte sich schliefslich die Angelegenheit von selbst.

Allein das charaktervolle Widerstreben des Domherrn Coppernicus hatte den Bischof schwer erzürnt. Er suchte an einer anderen Stelle, bei einer ganz im Geiste seines sonstigen streng kirchlichen Regiments sich bietenden Gelegenheit dem Widerspenstigen seine Macht fühlbar zu machen. Coppernicus hatte zur Wirtschaftsführung eine entfernte Verwandte, Anna Schillings, bei sich. Unter Voraussetzung unerlaubter Beziehungen zwischen beiden verlangte Dantiscus ihre Entfernung. Auf wiederholte Einschärfung erklärte sich der Verdächtigte in einem, seiner Stellung entsprechend unterwürfigen, aber ersichtlich gezwungenen und gesuchten Schreiben vom 2. Dezember 1538 dazu bereit und spricht unter dem 11. Januar des folgenden Jahres mit der kurzen Meldung des Vollzuges die Hoffnung aus, damit dem Verlangen seines Vorgesetzten voll ent-

[29]) Über die Resultate geographischer Bemühungen des Coppernicus in den letzten zwanziger Jahren im Vereine mit Alexander Sculteti sind wir nicht genauer unterrichtet. Seine Arbeiten, von Ferber unter dem 10. Juli 1529 in einem Briefe an Sculteti erwähnt, benutzte später der Coppernicus-Schüler Rheticus in seiner leider verloren gegangenen „Tabula chorographica auf Preufsen“, sie sind jedoch wahrscheinlich auch in der 1570 erschienenen Hennebergerschen Karte von Preufsen verwertet worden.

sprochen zu haben. Allein Dantiscus brachte, wieder auf dem Umwege über Giese, während des Domherrn Anwesenheit zu Löbau neue derartige Anschuldigungen vor. In dem erhaltenen Antwortschreiben des Culmer Bischofs nimmt der Freund den grofsen Forscher gegen den Vorwurf heimlicher Zusammenkünfte mit der aus Ermland verbannten Schillings in Schutz und erinnert Dantiscus mit dem Bemerken, böswillige Angeber machten vor niemand, selbst nicht einmal vor ihm, dem Ermländer Seelenhirten, mit ihren Erfindungen Halt, in feiner Weise an seine eigenen Liebesabenteuer.

Das Vorgehen des Dantiscus, so sehr es auch dem Zwange der Umstände, der in seiner jetzigen Stellung, noch dazu während Verhandlungen über die Verleihung der Kardinalswürde an ihn im Gange waren, unbedingt erforderlichen Desavouierung seines ganzen früheren Lebens entspricht, ist doch vielfach anfechtbar und nur bei Annahme persönlicher Animosität zu verstehen. Schon die Art der, wie es scheint, nicht einmal mit Sicherheit bewiesenen Beschuldigungen hätte, selbst ihre Berechtigung zugegeben, bei der damals allgemeinen, offenkundigen Sittenverderbnis des höheren Klerus einen Grund für ein so besonders auf eine einzelne Person gemünztes Einschreiten unter gewöhnlichen Umständen kaum gegeben, und noch merkwürdiger erscheint es bei den notorischen Verhältnissen des Rügenden selbst. Am unangenehmsten aber wirkt nach dem Vollzuge des bei wirklicher Annahme thatsächlichen Bestehens solcher Beziehungen ja berechtigten Ansinnens der Entfernung der Haushälterin das weitere Spüren und Suchen nach vermuteten fortdauernden Beziehungen, um dem schon schwer genug betroffenen Greise neuerdings Verlegenheiten zu bereiten.

Die Versuche hauptsächlich Gieses, nach diesen Vorkommnissen wieder eine innerliche Aussöhnung zwischen dem immerhin bedeutenden Bischofe und seinem grofsen Domherrn herbeizuführen, mufsten an der grundverschiedenen Denkungsweise beider scheitern. Ein offener Bruch war, wie oben angedeutet, allerdings vermieden worden, und Coppernicus nahm einen spätern Annäherungsversuch des Dantiscus in Form eines schmeichelhaften Epigramms für den Eingang der Revolutiones äufserlich artig auf, allein wie in dem Originalmanuskripte fehlt es auch in der Druckausgabe, ob auf ausdrückliche Anweisung des Verfassers, ob nur in seinem Sinne von den Herausgebern fortgelassen, an der dazu bestimmten Stelle, und ebensowenig deutet ein im September 1543 an das Kapitel gerichteter Brief des Dantiscus mit seinem harten Urteil über Anna Schillings

und mit seiner Verunglimpfung des erst unlängst verschiedenen grofsen Forschers auf das Bestehen wirklicher Freundschaftsbeziehungen.

Diese äufserlichen Belästigungen wurden dem grofsen Astronomen aber sicherlich durch das innerliche Hochgefühl eines ersten vollen Triumphes seiner Lehre aufgewogen. Nach dem grofsen Aufsehen und den mehrfachen Beweisen des durch die Veröffentlichung des Commentariolus für seine Hypothesen erweckten Interesses wurde durch des Rheticus Ankunft im Mai 1539 und seinen zweijährigen Aufenthalt die Möglichkeit eines Verständnisses und die überzeugende Kraft seiner Annahme auf einen an freies Denken gewöhnten Kopf unzweideutig dargelegt. Um so verheifsungsvoller mufste der Erfolg erscheinen, da sein Besucher, der jugendliche Wittenberger Professor, aus der Stadt kam, wo seine Beschützer Melanchthon und Luther von Anfang an eine streng abweisende Haltung gegenüber der neuen Lehre eingenommen hatten. Führte doch Luther in seinen Tischreden das Unterfangen des Frauenburger Domherrn auf die sehr egoistische Triebfeder der Ruhmsucht zurück und widersprach ihm aus biblischen Gründen, und blieb doch Melanchthon zeitlebens ein durch seine anerkannte Gelehrsamkeit nur um so gefährlicherer Gegner der Lehre von der Erdbewegung. Über Anfeindungen gegen das innige Verhältnis zwischen dem domherrlichen Lehrer und seinem ketzerischen Schüler durch die rührige Eifererpartei ist uns nichts erhalten, wie nahe auch die gleichzeitigen bischöflichen Erlasse und die nur flüchtige Erwähnung des Dantiscus in dem „Encomium Borussiae“ durch den schreib- und denkfertigen Rheticus eine solche Annahme legen könnten.

Georg Joachim von Lauchen, geb. am 16. Februar 1514, meist nach seinem Geburtsorte, Feldkirch in Vorarlberg, dem alten Rhätien, Rheticus genannt, hatte nach guter Vorbildung im wohlhabenden Elternhause und unter Oswald Myconius in Zürich schon 1532 zu Wittenberg durch seine hervorragende mathematische Begabung Melanchthons Aufmerksamkeit erregt. Nach dreijährigem Studium unter dem tüchtigen Johannes Volmer zog er 1535 als Magister von Wittenberg nach Nürnberg zur weiteren Fortbildung unter dem ehemaligen Geistlichen und damaligen Mathematikprofessor am Nürnberger Gymnasium Johannes Schoner, dessen Leitung er bald mit der des Tübingers Johannes Stoeffler, Melanchthons einstigen Lehrers, vertauschte. Dort in Tübingen traf ihn der Ruf zur Übernahme der soeben neu geschaffenen zweiten Mathematik-

professur in Wittenberg, dessen Vermittler, Melanchthon, ihn persönlich im Januar 1537 in sein Amt einführte. Auch als 1539 ihn die Kunde von dem Coppernicanischen Weltsystem zu der Reise nach Frauenburg veranlafste, hielt ihm dieser, trotz seiner vorerwähnten Abneigung gegen die neue Lehre, seine Stelle offen: wir finden ihn im Februar 1542 als Dekan seiner Fakultät daselbst vor. Nach Frauenburg brachte er noch die Kunde von einem zweiten begeisterten Verehrer seines geliebten „Herrn Lehrers", seinem Kollegen in der ersten Mathematikprofessur, Erasmus Reinhold, welcher dann auch in der Vorrede zu seiner spätern Ausgabe der Peurbachschen Planetentafeln diesen höchlichst feierte. Wenn beide in ihrer amtlichen Thätigkeit das alte System den Vorlesungen zu Grunde legten, so lag das an strikten Bestimmungen, nach denen, wie es bis ins 17. Jahrhundert in Geltung blieb, die Professoren eben zur Erklärung nur dieser Theorien gehalten waren. Hat doch selbst Galilei in Padua noch Sacrobosco erklärt.

Anfang Frühjahr 1539 trat also Rheticus seine ursprünglich nur auf kurzen Aufenthalt berechnete Reise nach Frauenburg an und versprach von Posen aus seinem alten Lehrer Schoner einen baldigen Bericht, inwieweit die Thatsachen seinen hohen Erwartungen von dem zu besuchenden Astronomen entsprechen würden. Allein als er im Mai, von dem eben von Gieses Krankenlager zurückgekehrten Coppernicus aufs freundlichste empfangen, sich mit dessen Ansichten vertraut zu machen begann, dehnte sich von selbst die zu deren genauerem Studium erforderliche Zeit aus, seine Besuchsdauer verlängerte sich auf über zwei Jahre, und erst Ende September (23. IX.) sah er sich im stande, den inzwischen auf Abhandlungsstärke angeschwollenen Bericht an Schoner, die narratio, in Rücksicht auf eine wohl beabsichtigte Fortsetzung prima genannnt, zu erstatten. Seine Anwesenheit zu Löbau mit Coppernicus vom Juli bis September 1539 haben wir schon erwähnt. Ähnliche Reiseunternehmungen, teils in Begleitung seines Lehrers, teils allein zu dessen Freunden und Verwandten, und Teilnahme an anderweitigen wissenschaftlichen Untersuchungen seines Gastfreundes füllten neben seiner Beschäftigung mit dem vorliegenden Texte der Revolutiones unter Anleitung des Verfassers die beiden Jahre aus. Interessant ist, weil unter Coppernicus' Augen entstanden und auf dessen eigenen früheren Forschungen fufsend, die seinem Gönner Herzog Albrecht gewidmete Chorographie, und wäre in noch höherem Grade, wenn nicht leider verloren, die unter gleichen Umständen entstandene Tabula chorogra-

phica auf Preufsen, also eine Karte[30]. Nebenbei trugen ihm diese Beziehungen aufser pekuniärer Unterstützung ein Empfehlungsschreiben des Herzogs an die sächsischen Kurfürsten für den Druck eines ihm zu diesem Zwecke überlassenen „Opus domini praeceptoris sui" ein, welches nur die 1542 erschienene, zu Wittenberg gedruckte Trigonometrie sein kann, da die Revolutiones ja nicht ihm, sondern Tiedemann Giese zur Herausgabe überlassen wurden, wie wir später sehen werden. In der Chorographie erklärt Rheticus zuerst die Begriffe Geographie und Chorographie und erläutert, wie man auf dreierlei Arten, durch Gissungen, Magnetnadelbeobachtungen und Vereinigung beider Hilfsmittel Karten (Kompafskarten) entwerfen könne, lehrt dann die Mittagslinien finden und schliefst mit einer Anweisung zur Herstellung und zum Gebrauche des Kompasses.

[30]) Die Chorographie des Rheticus ist von Hipler herausgegeben im XXI. Bande der Zeitschrift für Math. und Phys. Hist. litter. Abt. S. 125 ff.

(Schlufs folgt.)

Prähistorische Meteorsteine stellen nach Professor Suefs die sogenannten Moldavite dar, eigentümliche glasähnliche, grüne Mineralien von geringen, höchstens eigrofsen Dimensionen, die man zu Anfang des Jahrhunderts zuerst im oberen Moldauthale gefunden, die aber später auch als vereinzelte Findlinge auf einem grofsen, von Borneo bis über ganz Australien sich erstreckenden Gebiete beobachtet worden sind. Die Mineralogen vermochten die Herkunft dieser eigenartigen Körper nicht leicht zu bestimmen, da sie bei ihrer obsidianähnlichen Natur auf eine vulkanische Entstehung schliefsen lassen, trotzdem meist in weiter Entfernung von Vulkanen vorkommen und auch sonst durch manche Besonderheiten sich von den Obsidianen unterscheiden. Die eine Zeit lang herrschend gewesene Meinung, dafs man es bei den Moldaviten mit glasartigen Kunstprodukten zu thun haben dürfte, liefs sich nach der Feststellung ihres australischen Vorkommens gleichfalls nicht aufrecht erhalten, und so blieb denn die Vermutung meteorischen Ursprungs als plausibelste Erklärung übrig. Allerdings schien dieser Annahme die völlige chemische Verschiedenheit von den bisher bekannten Meteorsteinen zu widersprechen, indefs kann diesem Umstande in Anbetracht der beträchtlichen Geschwindigkeit der Bewegung des Sonnensystems kaum viel Gewicht beigelegt werden, da es sehr wohl denkbar ist, dafs unser System in früherer Zeit einmal durch Gegenden des Weltenraums geeilt ist, in denen die mineralogische Zusammensetzung der vagabundierenden, meteorischen Massen eine ganz andere ist, als in den zur Zeit vom Sonnensystem durchquerten Himmelsräumen. Nur äufserliche Kennzeichen, die den Meteoriten infolge der Einwirkung des Luftwiderstandes in ganz charakteristischer Weise anhaften, mufsten auch bei den Moldaviten wahrnehmbar sein, wenn die meteorische Hypothese eine wissenschaftliche Berechtigung beanspruchen sollte. Als nun Professer Suefs im vorigen Sommer bei Gelegenheit geologischer Aufnahmen in das Fundgebiet der böhmisch-mährischen Moldavite gelangte, konnte er thatsächlich an

über hundert untersuchten Objekten die charakteristischen Oberflächengebilde der Meteorite, als flache Eindrücke, Grübchen und scharfkantige, tiefe, oft sternförmig ausstrahlende Rinnen u. s. w. feststellen. Suefs glaubt daher diese Mineralien mit ziemlicher Bestimmtheit als Meteorite ansprechen zu sollen, die am Ende der Tertiärzeit oder zu Anfang der Quartärzeit in gröfserer Anzahl auf die Erde gefallen sein mögen. F. Kbr.

Die Spandauer Versuche zur Bestimmung der mittleren Dichte der Erde.

Im vorigen Jahrgange unserer Zeitschrift (S. 385) wurde über die Resultate berichtet, welche der frühere Direktor der Sternwarte Kalocsa, Pater Dr. C. Braun, mittelst eines von ihm konstruierten Apparates über die mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers erhalten hat. Es wurde besonders hervorgehoben, dafs das Braunsche Verfahren auf der Beobachtung der Ablenkung des Hebelarmes einer Coulombschen Drehwage durch Massen, die anziehend auf jenen Hebelarm einwirken, beruht. Die Torsionskraft des Platinfadens, an welchem die Drehwage aufgehängt ist, bildet das Mafs, aus welchem mittelst des Gravitationsgesetzes die Masse der Erde und daraus die Dichte der letzteren berechnet werden kann.

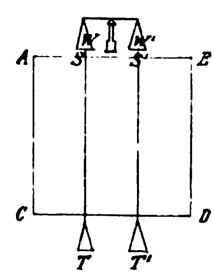
Es liegt aber auch der Gedanke nahe, die Masse der Erde nicht auf diesem Umwege, sondern direkt aus Messungen der Anziehung zu bestimmen, welche irgend eine sehr grofse Masse auf eine kleine ausübt. Eine sehr bedeutende Menge Blei z. B. wird auf ein kleines Gewicht nach dem Gravitationsgesetze attrahierend wirken. Letzteres Gewicht, z. B. ein Kilogramm, wird aber auch eine Anziehung durch die Masse der Erde erfahren. Das Gravitationsgesetz, auf die beiden gegebenen Körper, das Blei und das Kilogramm angewendet, sagt: Die Anziehung der Erde auf das Kilogramm verhält sich zu der Anziehung des Bleies auf das Kilogramm, wie das Produkt aus Masse der Erde und Kilogramm, dividiert durch das Quadrat der Entfernung der Mittelpunkte Erde-Kilogrammgewicht, sich verhält zu dem Produkte von Masse Blei und Kilogrammgewicht, dividiert durch das Quadrat der Entfernung von Blei und Kilogramm von einander. Die in dieser Proportion vorkommende Unbekannte, die Masse der Erde, läfst sich also berechnen, wenn die anderen Gröfsen der Proportion als bekannt vorausgesetzt werden. Da die Massen des Blei und des Kilogramm, selbst wenn sie nicht in Gestalt von Kugeln, wie das Gravitations-

gesetz es bedingt, zur Verwendung kommen, doch dieser Kugelgestalt entsprechend berechnet werden können, ferner die Entfernung beider Massen von einander, sowie die Entfernung der einen vom Erdmittelpunkt jederzeit bekannt ist, und endlich die Anziehung der Erde auf das Kilogrammgewicht, d. h. das Gewicht eben dieser Masse mittelst einer Wage ermittelt werden kann, so bliebe nur noch übrig, die Anziehung der grofsen Bleimasse auf das Kilogramm durch Experimente festzustellen, worauf man die Unbekannte, die Masse der Erde, berechnen könnte.

Jene Experimente zur Bestimmung der Anziehung zweier Massen auf einander können mit Hilfe einer sehr empfindlichen Wage ausgeführt werden. Jolly und Poynting haben die Wage zuerst zur Bestimmung der mittleren Dichte der Erde benützt. Die Methode, der sie folgten, beruht im wesentlichen auf folgendem Gedanken: Man hängt an die unteren Flächen der beiden Wagschalen einer Wage zwei lange Tragstangen, welche an ihren Enden zwei andere Wagschalen aufnehmen. In eine der oberen Wagschalen, z. B. die linke, bringt man die kleine Masse (eine Kugel), deren Anziehung durch eine gröfsere ermittelt werden soll, und wägt dieselbe ab. Hierauf legt man diese Kugel in die untere Wagschale rechts und bringt sie ins Gleichgewicht. Da die Kugel sich jetzt näher dem Erdmittelpunkte befindet als vorher, so wird sie einer gröfseren Anziehung seitens der Erde unterliegen und daher eine kleine Gewichtszunahme zeigen. Nähert man der Wage noch eine grofse kugelförmige Masse, so dafs die unteren Wagschalen dicht über der letzteren schweben, so wirkt auch noch die Anziehung dieser Masse auf die kleine Kugel ein und verstärkt das Gewicht derselben. Mittelst systematischer Anordnung der Wägungen kann man auf diese Weise die Anziehung einer grofsen Masse auf eine kleine bestimmen. Da es sich aber um die Messung ungemein geringer Gewichtsveränderungen handelt, so ist das Gelingen der Versuche, wie wohl ohne weiteres einzusehen ist, nicht nur an die möglichst mathematisch richtige Konstruktion der Wage, sondern auch an die Erfüllung einer Reihe anderer Bedingungen geknüpft, zu denen in erster Linie die Vermeidung von Temperaturunterschieden zwischen den oberen und unteren Wagschalen gehört. Obwohl nun Wagen gegenwärtig von ausgezeichneter Präzision gebaut werden, welche die feinsten Wägungen gestatten, so ist doch die theoretisch bedingte Ausschliefsung aller irgendwie störend auf die Messungen wirkenden Einflüsse nur sehr schwierig zu erreichen. Die Ausführung der Versuche gestaltet sich deshalb zu einem komplizierten Vorgange

und erfordert vorher die sorgfältige Herstellung einer besonderen Wägungsanlage.

Diese Wägungsanlage wurde schon vor einer Reihe von Jahren in einer Kasematte der Citadelle von Spandau angelegt, welche sich durch gleichmäfsige Temperatur auszeichnet. Das Haupterfordernis zur Ausführung der Versuche war die Schaffung der möglichst grofsen anziehenden Masse. Die Spandauer Geschützgiefserei stellte einen gewaltigen Bleiklotz aus 2940 einzelnen Stücken her. Diese Stücke hatten 3 dm Länge und 1 dm Breite und Höhe, waren sehr gleichmäfsig gearbeitet und wurden in 20 Schichten in wechselnder Weise übereinander gelegt, sodafs durchziehende Fugen vermieden wurden und der Bleiklotz nach seinem Aufbau eine in jeder Richtung hin gleich dichte parallelepipedische Säule von 2 m Höhe und 2,1 m Breite darstellte, deren Gewicht nahe 100000 kg betrug. Diese gewaltige Last wurde von einem gemauerten Fundamente getragen, welches $^1/_2$ m über die Erde und $1^1/_2$ m unter dieselbe reichte. Wie vorauszusehen, hat sich nach dem vollendeten Aufbau des Bleiklotzes das Fundament gesenkt, und zwar um 8 mm, und nach dem Abbruche des Bleiklotzes konnte wieder eine geringe Hebung um 0,7 mm konstatiert werden.

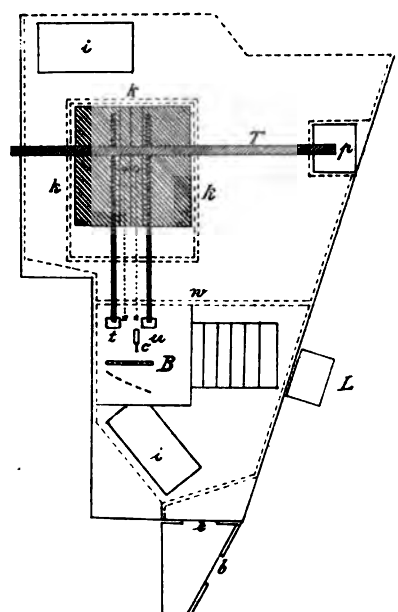


Die Messungsmethode, welche die Herren Prof. F. Richarz und Dr. O. Krigar-Menzel (bis 1889 hat auch Arthur König an den Arbeiten teilgenommen) anwandten, sucht durch Wägungen gleich den vierfachen Betrag der Gravitation zu bestimmen. Zu diesem Zwecke ist Bedingung, dafs die Wägungen über und unter dem Bleiklotze vorgenommen werden können. Deshalb ist die Wage WW′ über dem Klotze ABCD aufgestellt, unterhalb der Schalen SS′ ist aber der Klotz vertikal durchbohrt, und zwar reicht durch diese Durchbohrungen das an die Wagschalen SS′ angehängte Gestänge, welches zwei andere Wagschalen TT′ trägt, so dafs diese letzteren dicht unterhalb des Bleiklotzes schweben. Eine Masse in der Wagschale W wird ins Gleichgewicht gebracht durch Gewichte in T′; die Anziehung, welche die grofse Masse des Klotzes ausübt, zieht die Masse in W nach unten, die Gewichtstücke in T′ dagegen nach oben; damit diese doppelte Wirkung ausgeglichen wird, müssen offenbar die Gewichtstücke in T′ um die doppelte Attraktion des Bleiklotzes gröfser sein als die Masse in W. Bringen wir nun die Masse in W in die untere Wagschale nach T und durch entsprechende Gewichte in W′ ins Gleichgewicht, so kehrt sich das Verhältnis um: die Masse in T wird nach oben, die

Gewichte in W′ werden nach unten gezogen, und zur Ausgleichung dieser Wirkung müssen die Gewichte in W′ um die doppelte Anziehung des Klotzes kleiner sein als die Masse in T. Der Unterschied zweier solcher Wägungen giebt daher die vierfache Attraktion des Bleiklotzes. Das Prinzip der Methode erfordert also, dafs das Gestänge der Wage durch den Bleiklotz hindurch reicht, und die Wagschalen, unbeeinflufst durch Luftströmungen, über und unter dem Bleiklotze ruhig schweben. Da es sich um das Messen ganz minimaler Gewichtsunterschiede handelt, darf das Vertauschen der Massen und Gewichte nicht unmitelbar vorgenommen, sondern mufs, ohne dafs der Beobachter dem Bleiklotze nahe kommt, d. h. automatisch von einem Punkte aus, mittelst entsprechender Einrichtungen, ausgeführt werden. Diese Vorsichtsmafsregeln komplizieren die Anlage der Versuchsstätte um ein Bedeutendes.

Zunächst führt deshalb ein Doppelkanal an der Oberfläche des gemauerten Fundamentes, um die unteren Wagschalen T, T′ aufnehmen zu können; die Anordnung dieses Kanals und angebrachte Fallthüren machen schädliche Luftzirkulationen unmöglich. Vor der Mündung dieses Kanals gestatten gabelartige Vorrichtungen das Vertauschen der kugelförmigen Gewichtstücke; ein an einer Führungsstange gleitender Fahrstuhl bringt die Kugeln von oben nach unten und umgekehrt. Der ganze Mechanismus kann von dem Sitze des Beobachters aus mittelst eines Systems von Schnüren, Stangen und Kurbeln bewegt werden, und sein richtiger Gebrauch war durch besondere „Fahrpläne“ vorgeschrieben. — Das Hauptinstrument bei den Messungen ist natürlich die Wage. Wagen mit langen und leicht gearbeiteten Wagebalken besitzen zwar eine grofse Empfindlichkeit, allein sie sind leichter einer Durchbiegung der Balken ausgesetzt. Deswegen verzichtet man lieber auf allzu grofse Empfindlichkeit der Wagen und zieht solche mit kürzeren Balken vor, bei welchen man die Voraussicht der Konstanz hat; die in Spandau benutzte Wage hatte nur einen Abstand von 23,3 cm der Seitenschneiden von einander. Der wichtigste Teil der Wage, die Schneiden, war aus Stahl. Die verschiedenen Manipulationen mit der Wage, das Arretieren und Auslösen der Wagebalken, geschahen automatisch vom Sitze des Beobachters, desgleichen die Beobachtung der Schwingungen mittelst Fernrohr und Skala. Eine hinreichende Vorstellung von der Anordnung des Ganzen giebt die nebenstehende schematische Zeichnung. Danach war der Bleiklotz ABCD samt der darüber befindlichen Wage in einen Kasten k von doppelten Zinkblechwänden eingeschlossen. Wage und Vertauschungsmechanismus für die Gewichte hatten eine vom Fundamente des Bleiklotzes ganz unabhängige

Basis; ein starker Eisenträger T, der auf der einen Seite auf einem besonderen Pfeiler p ruht, geht nämlich durch den Kasten k; an ihm sind senkrecht darauf zwei Träger verschraubt, die auf zwei Pfosten t und u vor dem Sitze des Beobachters endigen; dieses Gerüst trägt die Wage über dem Bleiklotz. Dasselbe Trägergerüst nahm auch den Mechanismus für die automatische Erledigung der Wagemanipulationen auf. Sämtliche Bewegungen konnten vom Beobachtersitze B aus durch die Wand des Kastens k hindurch vorgenommen werden; aufserdem war der Beobachter noch durch die Zinkblechwand w vom eigentlichen Beobachtungsraum getrennt. Das nötige Licht zur Handhabung des Mechanismus sowie zur Beleuchtung der Stellung der Wagebalken wurde von aufsen her durch ein Glasfenster L in den Arbeitsraum reflektiert; mittelst diverser Spiegel und Prismen wurde auch die Skala c im Fernrohre vor dem Beobachtersitze B sichtbar gemacht. Ein um den Raum aufgeführter Bretterverschlag, der nur bei e und b den Zutritt gestattet, hielt jeden Luftzug ab und trug zur Konstanz der Temperatur des Raumes viel bei. Die Feuchtigkeit der Luft wurde mittelst der Schwefelsäurepfannen ii immer auf einem mäfsigen Prozentsatze gehalten.



Trotz aller dieser hier nur im allgemeinen andeutbaren Vorsichtsmafsregeln zeigten sich die Resultate immer noch abhängig von der Temperatur, wie ein mit den Jahreszeiten wechselnder Gang der Resultate bewies. Aber diese Schwierigkeit läfst sich durch entsprechende rechnerische Behandlung der Messungen beseitigen. Freilich gehört andererseits eine bedeutende Anzahl von Wägungen dazu, um dem Endresultate den gehörigen Grad von Sicherheit geben zu können, denn die Gewichtsdifferenz, welche gemessen werden mufs, beträgt auf ein kg Gesamtgewicht wenig mehr als ein mg. Deshalb wird man sich nicht wundern, wenn wir noch anmerken, dafs die Messungen sechs Jahre für sich in Anspruch genommen haben. Im ganzen sind zur Berechnung des Resultates 73 Wägungsreihen ohne und 81 mit Bleiklotz zugezogen worden; jede dieser Wägungen erfordert die Arbeit

eines halben Tages. Die Spandauer Bestimmungen der Gravitationskonstante repräsentieren daher eine ganz hervorragende wissenschaftliche Leistung, die nur der Geschicklichkeit und Beharrlichkeit der Beobachter zu danken ist.

Als Schlufsresultat aus den Wägungen ergab sich für die vierfache Anziehung des Bleiklotzes auf rund 1 kg (947 g) der Betrag von 1,3664 mg, mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur ± 0,0021 mg. Hieraus folgt die Gravitationskonstante, d. h. die Kraft, mit welcher 1 kg ein anderes in der Entfernung 1 m anzieht: die Kraft würde in 1 Sekunde eine Beschleunigung der anderen Masse von etwa 67 Billiontel mm hervorbringen. Aus den Dimensionen der Erde und der gefundenen Gravitation ergiebt sich zuletzt die mittlere Dichtigkeit der Erde zu 5,505 mit einem wahrscheinlichen Fehler von ± 0,009. Das Resultat liegt besonders dem Mittelwerte sehr nahe, der aus den Untersuchungen von C. V. Boys und denen von J. H. Poynting folgen würde. G.

Bibliographisches

Die Photometrie der Gestirne. Von Professor Dr. G. Müller, Observator am Königlichen Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam. Mit 81 Figuren im Text. — Leipzig 1897, Verlag von Wilhelm Engelmann. X und 556 S. gr. 8°. Preis 20 M.

Die Photographie der Gestirne. Von Dr. J. Scheiner, Professor der Astrophysik an der Universität Berlin und Astronom am Königlichen Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam. Mit 1 Tafel in Heliogravüre und 52 Figuren im Text nebst einem Atlas von 11 Tafeln in Heliogravüre nit textlichen Erläuterungen. — Leipzig 1897, Verlag von Wilhelm Engelmann. V und 382 S. gr. 8°. Preis inkl. Atlas 21 M.

Die vorliegenden beiden Werke zusammen mit der Ende 1890 im gleichen Verlage erschienenen „Spektralanalyse der Gestirne“ von J. Scheiner reprä-

sentieren eine Gesamtdarstellung des allgemein unter der Bezeichnung „Astrophysik“ bekannten modernen Forschungsgebietes der Astronomie, das sich in die drei, zum Teil in enger Wechselbeziehung zu einander stehenden Unterdisziplinen gliedert, welche durch die vorstehend aufgeführten Büchertitel kurz und treffend gekennzeichnet sind. Die spektralanalytischen Untersuchungsmethoden der Gestirne ebenso wie die Himmelsphotographie und ihre Ergebnisse sind wesentlich Errungenschaften der letzten Jahrzehnte, während die Photometrie der Himmelskörper in ihren Anfängen fast zwei Jahrtausende zurückverfolgt werden kann. Um so merkwürdiger erscheint es, dafs es bisher an einem eigentlichen Lehr- und Handbuch dieses Wissenschaftszweiges, der allerdings gerade in neuerer Zeit erst durch das rapide Aufstreben der beiden Schwesterdisziplinen ein weites Feld der Bethätigung, ungeahnte Anregungen und eine früher kaum vermutete Wichtigkeit erlangt hat, vollständig gefehlt hat. Diese Lücke ist nunmehr in ganz vortrefflicher Weise durch einen auf diesem Spezialgebiete hervorragend thätigen und erfolgreichen Beobachter mit aller Gründlichkeit ausgefüllt. Die Sammlung der in zahlreichen Einzelschriften und in den vorhandenen älteren Werken über allgemeine Photometrie zerstreut sich vorfindenden Notizen über Anwendungen der Lehren der Lichtmefskunst auf astronomische Probleme ist gewifs keine leichte Aufgabe gewesen; hierfür zeugt das am Schlufs dem Werke beigegebene umfassende Litteraturverzeichnis.

Die Müllersche „Photometrie der Gestirne“ gliedert sich der Natur der Sache nach in drei Hauptabschnitte, deren erster von den Grundzügen der theoretischen Astrophotometrie handelt. Es werden in ihm zunächst die photometrischen Hauptgesetze abgeleitet und erläutert, sodann die Beleuchtung von Flächen durch leuchtende Punkte, bzw. leuchtende Flächen, untersucht und unter Einführung des Begriffes der Albedo die verschiedenen Beleuchtungsgesetze mit Bezug auf zerstreut reflektierende Substanzen, das in der Astronomie wichtigste Problem, definiert. Es folgen diesen theoretischen Auseinandersetzungen die prinzipiellen Anwendungen der Grundlehren auf die verschiedenen Arten von Himmelskörpern, wobei den von Seeliger in München ausgehenden oder veranlafsten Untersuchungen mit Recht ein breiter Raum gewidmet ist. Besonderen Wert erlangt die Darstellung in diesem Abschnitt dadurch, dafs für dieselben die bisher nicht veröffentlichten Seeligerschen Vorlesungen verwertet werden konnten. Das wichtige Kapitel der Extinktion des Lichtes in der Erdatmosphäre beschliefst diesen ersten Abschnitt des Werkes.

Im zweiten Hauptabschnitt finden wir eine Beschreibung der zahlreichen astrophotometrischen Instrumente und eine kritische Beleuchtung aller Vorzüge und Nachteile, bezw. Inkorrektheiten der einzelnen, ihnen zu Grunde liegenden Mefsmethoden auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen des Verfassers. Der dritte Teil, welcher mit Rücksicht auf den Umstand, dafs die Astrophotometrie häufig von Amateuren wichtige Unterstützung erfährt, auch aufserhalb der Fachkreise mit besonderem Interesse gelesen werden dürfte, enthält eine umfassende anschauliche Übersicht der bisher durch photometrische Beobachtungen am Himmel erlangten Resultate. Aber der Verfasser beschränkt sich nicht etwa auf eine blofse Aufzählung der Untersuchungsergebnisse der zahlreichen gröfseren und kleineren Beobachtungspläne, sondern überall trifft man neue wertvolle Fingerzeige und Anregungen dafür, welche Arbeiten etwa einer Erneuerung bedürfen, wo man einem schon behandelten Problem neue Seiten abgewinnen kann, und an welcher Stelle wichtige Aufgaben bisher unerledigt geblieben sind, aber dringend eine Inangriffnahme erheischen.

Hierin liegt ein Hauptvorzug des Werkes, das mit deutscher Gründlichkeit und vollendeter Sachkunde abgefafst ist.

Ähnlich ist die Anordnung des Stoffes in der „Photographie der Gestirne", das gleichfalls den eben gekennzeichneten Charakter an sich trägt. In den Vorbemerkungen werden diejenigen Abänderungen der technischen Methoden der Photographie erläutert, welche durch die besonderen Aufgaben der Himmelsphotographie, deren Zweck in letzter Linie stets die Verwertung der erzielten Aufnahme in messendem Sinne ist, bedingt werden; hieran reiht sich eine Schilderung der unvermeidlichen Schwierigkeiten, welchen die Aufnahme von Himmelskörpern begegnet, und der hierdurch bedingten Grenzen der Leistungsfähigkeit.

Die Beschreibung der verschiedenen für die Photographie der Gestirne in Gebrauch befindlichen, bzw. in Betracht kommenden Instrumente leitet naturgemäfs zur Darstellung der theoretischen und praktischen Erfordernisse, sowie der Leistungsfähigkeit der bisher ausgebildeten Messungs- und Reduktionsmethoden in der astronomischen Photographie hinüber. Dieser Teil hat selbstverständlich überwiegend für den praktischen Astrophotographen oder denjenigen, der sich speziell diesem Zweige der astronomischen Beobachtungskunst widmen will, weitergehendes Interesse.

In dem Abschnitt über die photographische Photometrie und die Entstehung der photographischen Bilder greift die Darstellung zum Teil in das Gebiet der coelestischen Photometrie hinüber; da in dieser Beziehung beide Gebiete eng mit einander zusammenhängen, so ist eine scharfe Scheidung weder notwendig noch erwünscht, und der Gegenstand deshalb auch an dieser Stelle mit Recht eingehend behandelt. Der dritte Teil, die Ergebnisse der Himmelsphotographie für die Astronomie auf 120 Seiten behandelnd, ist zugleich als eine gedrängte Geschichte dieses wichtigen Forschungszweiges anzusehen und wird unzweifelhaft zahlreiche interessierte Leser finden. Die Heliogravüren des Atlasses, in trefflicher Ausführung Proben der wichtigsten Arten von Aufnahmen am Himmel beibringend, werden namentlich solchen, die anders keine Gelegenheit haben sich zu unterrichten, als schätzbare Illustrationen des Textes hochwillkommen sein. Obwohl bereits die Spektralanalyse der Gestirne desselben Verfassers 2 Tafeln in Heliogravüre mit den vortrefflichen typischen Spektralaufnahmen des Potsdamer Observatoriums enthält, hätte vielleicht der Vollständigkeit halber auch hier eine solche Tafel gegeben werden können, auf welcher zugleich eine Probe der interessanten spektrographischen Durchmusterung der Harvard-Sternwarte Platz gefunden haben würde. — Auch vorliegendes Werk findet seinen Abschlufs in einem sehr ausführlichen Litteraturverzeichnis und einem ausgedehnten Namen- und Sachregister.

Dafs die typographische Ausstattung beider Werke, den Gepflogenheiten des Verlages entsprechend, eine vornehme ist, bedarf kaum besonderer Erwähnung.

G. W.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Zufluchtsort einer Laibacher Familie.



Küche einer Laibacher Familie.

Himmel und Erde.
Gesellschaft Urania Berlin

Das Nernstsche Licht.

Von Dr. P. Spies in Berlin.

Auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtungstechnik herrscht gegenwärtig eine äufserst rege Thätigkeit, welche, wie sich bereits jetzt mit Sicherheit voraussagen läfst, an die Seite der beiden bisherigen Beleuchtungsarten, des Glühlichtes und des Bogenlichtes, eine dritte, das Nernstsche Licht setzen und dadurch in vielen Fällen eine Verbilligung des elektrischen Lichtes herbeiführen wird. Eine Beurteilung der einschlägigen Fragen gelingt leicht, wenn man sich den Vorgang der Energie-Umsetzung in einer elektrischen Lampe klar macht, und zwar handelt es sich weniger um die Erkenntnis dessen, was bei dem Übergange der elektrischen Energie in Lichtenergie im physikalischen Sinne vor sich geht, als um die Resultate einfacher Messungen jener beiden sich umsetzenden Naturkräfte.

Betrachten wir zunächst die elektrische Energie, so darf als bekannt vorausgesetzt werden, dafs als Einheit derselben das sog. Voltampère oder Watt dient, also diejenige Energiemenge, welche in einem Drahte verausgabt wird, wenn der Unterschied des elektrischen Zustandes an seinen beiden Enden ein Volt beträgt, und wenn der Draht so beschaffen ist, dafs hierbei ein Strom von der Stärke 1 Ampère durch ihn fliefst. Bei den in Berlin und auch vielfach anderswo üblichen Verhältnissen haben elektrische Zu- und Ableitung einen Zustandsunterschied, eine Spannung von 110 Volt, und es verbraucht eine 16kerzige[1]) Glühlampe einen Strom von etwas weniger als einem halben Amp. Daraus würden sich also 50 bis 55 Watt

[1]) Es sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, dafs man die Lichteinheit nicht mehr durch eine Stearin- oder Walratkerze darstellt, sondern durch ein von Hefner-Alteneck konstruiertes Lämpchen, dessen Brennstoff Amylacetat ist, und welches sich durch ein sehr konstantes Licht auszeichnet.

ergeben, und wir erkennen ohne weiteres, dafs man zur Beurteilung des „spezifischen Verbrauches" einer solchen Lichtquelle diese Verbrauchszahl durch die Kerzenzahl zu dividieren hat, woraus sich etwa 3,1 bis 3,4 Watt pro Kerze ergeben würden, eine Zahl, welche sowohl von Lampe zu Lampe wechselt, als auch bei derselben Lampe während längeren Gebrauchs zunimmt.

Von welchen Umständen ist nun der oben erwähnte spezifische Verbrauch abhängig? Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu bedenken, dafs die elektrische Energie uns zwar die Ausgabe an Energie darstellt, keineswegs aber werden unsere Einnahmen der Hauptsache nach durch das erzielte Licht dargestellt. Vielmehr liefert uns der elektrische Strom ebenso wie die Verbrennung von Leuchtgas oder irgend ein anderer, bei der Beleuchtung in Betracht kommender Prozefs aufser dem Lichte ein sehr wenig nutzbares oder in diesem Falle wenigstens viel zu teuer bezahltes Nebenprodukt, nämlich Wärme. Die ganze Frage spitzt sich somit folgendermafsen zu: Wie viel Prozent der aufgewendeten Energie setzen sich in Licht, wie viel Prozent in Wärme um? Das ist nun wiederum bei den verschiedenen Lichtquellen sehr verschieden, und zwar richtet sich jener Prozentsatz, der sog. theoretische Wirkungsgrad, in erster Linie nach der Temperatur der benutzten Lichtquelle. Am besten übersieht man diese Abhängigkeit, wenn man sich etwa vorstellt, es solle ein eiserner Ofen, den man allmählich mehr und mehr erhitzt, bis er Licht ausstrahlt, hinsichtlich seines Wirkungsgrades untersucht werden. So lange der Ofen zwar warm, aber noch nicht glühend ist, sendet er nur Wärmestrahlen aus; das Verhältnis der ausgesendeten Lichtmenge zur aufgewendeten Energie ist also Null. Wird der Ofen allmählich bis zur Rotglut erhitzt, so wird der Wirkungsgrad zwar von Null verschieden sein, aber er wird auch jetzt nur einen sehr kleinen Bruchteil von einem Prozent ausmachen; ein rotglühender Ofen wird keine ökonomische Lichtquelle darstellen.[2])

Aber auch bei unseren praktischen Lichtquellen, seien diese nun Gasflammen, Auer-Brenner, elektrische Glühlampen oder Bogenlampen,

[2]) Die zahlenmäfsige Feststellung dieser Verhältnisse würde in der Weise erfolgen können, dafs man bestimmt, in welchem Grade ein geschwärztes Platinblech durch die von dem Ofen ausgehende Gesamtstrahlung erhitzt wird, und dafs man dann diesen Versuch wiederholt, nachdem man die Strahlen hat durch ein Glasgefäfs mit Wasser gehen lassen. Nimmt man an, dafs die Lichtstrahlen durch ein solches Gefäfs ungehindert hindurch gehen — was sehr annähernd richtig ist — dafs aber die für unser Auge wenig oder gar nicht wahrnehmbaren Strahlen durch das Wasser verschluckt werden — was keineswegs vollständig der Fall ist — so hat man ohne weiteres die Möglichkeit eines Ver-

werden nur sehr wenige, nämlich etwa 0,5 bis 5 Prozent der Gesamtstrahlung durch die auf unser Auge einwirkenden Lichtstrahlen gebildet. Es ergiebt aber unsere Betrachtung über den glühenden Ofen, dafs dieser Prozentsatz, also der Wirkungsgrad, desto gröfser ist, je höher die Temperatur der benutzten Lichtquelle ist. So gelangen wir zu dem wichtigen Satze, dafs die heifsen Lichtquellen günstiger wirken als die kalten, dafs nämlich bei den ersteren zwar auch noch immer das Verhältnis zwischen ausgesandtem Licht und ausgesandter Wärme klein ist, aber doch nicht so klein wie bei kälteren Lichtquellen; man kann also sagen: die heifsen Lichtquellen senden verhältnismäfsig wenig Wärme aus! Eine sehr günstige Beleuchtungsart ist in diesem Sinne das elektrische Bogenlicht, bei dem man etwa 5 % auf die Lichtausstrahlung rechnen kann, so dafs nur 95 % auf die ausgestrahlte Wärme entfallen. Der spezifische Verbrauch beträgt etwa 0,35 bis 0,4 Watt pro Normalkerze, so dafs hiernach das elektrische Bogenlicht etwa 8 bis 10 mal billiger als das elektrische Glühlicht sein würde (bezügl. solcher Vergleiche siehe Seite 391).

Die in beiden Arten elektrischer Lampen als Leuchtkörper verwendete Kohle scheint nunmehr an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt zu sein. Schon in der elektrischen Glühlampe nähern wir uns der Verflüchtigungstemperatur der Kohle, was man an dem schwarzen Belag der Glaswände einer längere Zeit benutzten Lampe erkennen kann, und in der Bogenlampe setzen wir die Kohle geradezu diesem Verflüchtigungsprozefs aus; er schadet uns nicht, weil der Kohlestift ja ersetzt wird.

Wollen wir ökonomischer arbeiten, so müssen wir einen Körper benutzen, der höhere Temperaturen verträgt. Ein solches Material hat Nernst in der Magnesia, dem Magnesiumoxyd, gefunden, und er vollführt durch den Übergang zu diesem Material einen ganz ähnlichen Schritt, wie ihn Auer that, als er die in der gewöhnlichen Gasflamme als Lichtträger dienenden Kohlepartikelchen durch den mit Thor- und Ceroxyden imprägnierten Glühstrumpf ersetzte.

Es ist recht merkwürdig zu sehen, dafs bereits vor 20 Jahren ganz ähnliche Versuche unternommen worden sind, und zwar von dem Russen Jablochkow. In einem Vortrage, welchen Prof. Nernst am 9. Mai in der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin hielt,

gleiches der Lichtstrahlung mit der Gesamtstrahlung. Wenn nun auch wegen der unvollständigen Vernichtung der dunkeln Strahlen in dem Wassergefäfs die Rechnung für die Lichtstrahlen etwas günstiger ist, als sie sein sollte, so ergiebt sich doch bei derartigen Messungen das oben mitgeteilte, äufserst ungünstige Resultat.

wurde u. A. auch das Jablochkowsche Experiment gezeigt: Die Enden der Hochspannungsspule eines Induktors sind mit Platinstücken verbunden, von denen ein kleiner Kaolinblock (Thonerde) festgehalten wird. Setzt man das Induktorium in Betrieb, so springen Funken über, welche auf dem Kaolinstück hingleitend dieses erhitzen und dadurch leitend machen; nach kurzer Zeit erfolgt der Stromübergang durch die Kaolinmasse selbst, und diese sendet ein schönes, ruhiges Licht aus. Die Einführung derartiger Lampen ist wahrscheinlich wegen der gefährlich hohen Spannung des hierzu notwendigen Stromes unterblieben. Nernst sind die Jablochkowschen Versuche erst nachträglich, nämlich bei Einreichung seines Patentes bekannt geworden.

Die Anwendung der von Nernst eingeführten Glühkörper hat aufser der Zulässigkeit hoher Temperaturen noch einen zweiten Vorteil im Gefolge. Es senden nämlich nicht alle Körper bei einer bestimmten Temperatur Licht- und Wärmestrahlen in demselben Verhältnis aus wie die Kohle oder, allgemeiner gesagt, wie ein schwarzer Körper. Vielmehr ergiebt sich aus dem Kirchhoffschen Gesetze, dafs, wenn ein Körper für eine bestimmte Strahlenart, z. B. eine bestimmte Art von Wärmestrahlen, durchlässig ist, dieselbe also wenig absorbiert, er bei derselben Temperatur auch ein geringes Ausstrahlungsvermögen für jene Strahlen hat. Kurz gesagt, bei Körpern, die nicht wie die Kohle schwarz sind, — und die Metalle kann man für die hier diskutierte Frage der Kohle gleich setzen — ist die Möglichkeit gegeben, dafs in ihrer Strahlung gewisse Teile des Spektrums fehlen, im besonderen also jene Wärmestrahlen, die ja nur parasitär sind, wenn wir Lichterzeugung beabsichtigen. Es erscheint also durchaus nicht ausgeschlossen, dafs wir einst einen Leuchtkörper werden konstruieren können, welcher sehr wenig Wärmestrahlen aussendet und demnach die zugeführte elektrische Kraft der Hauptsache nach in Form von Licht von sich giebt. Von diesem Ziele sind wir einstweilen noch weit entfernt, aber es haben wenigstens sowohl der durch Gasflamme erhitzte Auer-Körper wie auch der elektrisch erhitzte Nernst-Körper ein günstigeres Emissionsvermögen als Kohle und andere schwarze Körper. Für die Magnesia wird diese Eigenschaft schon durch den hellen Glanz der für photographische Zwecke so vielfach benutzten Magnesiumflamme dargethan.

Diese zwei Umstände, nämlich die gröfsere Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen und das günstige Emissionsvermögen des neuen Leuchtkörpers, stellen den prinzipiellen Fortschritt dar, welchen

wir Nernst verdanken, und wir treten nunmehr der Frage näher: Läfst sich dieses Prinzip in die Praxis übersetzen?

Hierbei kommen zwei Schwierigkeiten in Betracht, die aber bereits als überwunden anzusehen sind. Unter Leitern zweiter Klasse versteht man bekanntlich solche, die sich beim Durchgange von Gleichstrom zersetzen; dazu kommt noch, dafs der speziell von Nernst benutzte Körper in kaltem Zustande überhaupt nicht leitet, also angewärmt werden mufs, damit er Licht ausstrahlt.

Die erste dieser Schwierigkeiten ist weniger bedeutungsvoll, als sie erscheint. Läfst man nämlich das Glühen eines Magnesiumstabes in Luft, also unter Anwesenheit von Sauerstoff vor sich gehen, so findet wieder eine sofortige Oxydation des durch den Strom frei gewordenen Magnesiums statt, und der Körper bleibt ungeändert.

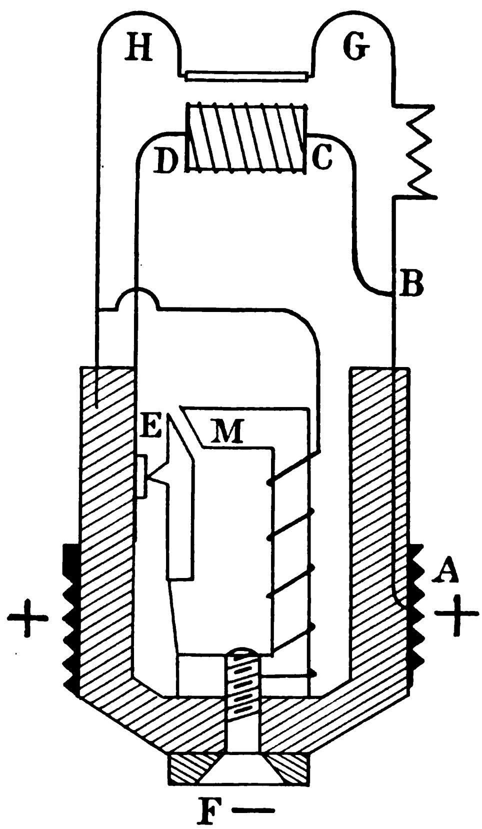
Nicht so einfach ist die Frage der Vorwärmung zu lösen. Man kann dieselbe bei kleineren Glühkörpern mit Hülfe eines Zündholzes vornehmen, und es geht dies verhältnismäfsig schnell von statten, so dafs man, z. B. wie bei Kerzenbeleuchtung, zwei bis drei Lichte mit einem Zündhölzchen anzuzünden vermag. Wäre noch vor zwanzig Jahren eine derartig zu bedienende Beleuchtung in Anbetracht ihrer sonstigen Vorzüge als etwas ganz vortreffliches erschienen, so sind wir doch heutzutage anspruchsvoller geworden, und wir verlangen vornehmlich von einem elektrischen Licht, dafs es sich durch einfaches Einschalten des Stromes anzünden lasse. Diese Forderung führt also auf die Konstruktion eines elektrischen Vorwärmers.

Es ist leicht ersichtlich, dafs hier den Erfindern ein weiter Spielraum zur Bethätigung ihrer Phantasie gegeben ist, und die zahlreichen Patentanmeldungen, welche sich auf das Nernstsche Licht beziehen, — die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft hat nicht weniger als 14 deutsche und etwa 100 aufserdeutsche Patente angemeldet — haben deshalb vorzugsweise die Konstruktion solcher Vorwärmer zum Gegenstande.

Eine der von Herrn Dr. Ochs, Ingenieur der A. E. G., ausgeführten Konstruktionen giebt unsere Abbildung schematisch wieder.

Der Strom tritt an dem in bekannter Weise zu einer Schraubenspindel ausgearbeiteten Lampenfufse an der Stelle A ein; von der Verzweigungsstelle B aus geht er zunächst durch den auf ein Porzellanröllchen C D gewickelten feinen Platindraht und bringt diesen zum Glühen; dann fliefst er über den Kontakt E nach der Schraube F und somit nach dem Lampenfufse und dem Rückleitungsdrahte. Der zweite von B aus über den Glühkörper G H führende Stromweg

bleibt zunächst, nämlich so lange G H noch kalt ist, stromlos. Sobald aber der Glühkörper etwas warm und damit leitend wird, steigert sich seine Temperatur und damit die Leitfähigkeit durch die Stromwärme sehr rasch. Nunmehr wird der im Fufs der Lampe angebrachte Elektromagnet M durch den über den Glühkörper geleiteten Strom angeregt, und es wird somit durch Anziehung eines beweglichen Eisenstücks der Kontakt E unterbrochen, so dafs die Vorwärmung aufser Betrieb kommt. Der ganze Vorgang dauert je nach der Gröfse der Lampe 15 bis 40 Sekunden; es ist aber anzunehmen, dafs sich durch geeignete Konstruktionen diese Zeit nicht unerheblich reduzieren lassen wird.



Schaltungsschema für die Nernstsche Glühlampe mit elektrischem Vorwärmer.

Das Licht der Nernst-Lampe ist geradezu von einer idealen Weifse. Zwischen dem gelbrötlichen Tone des gewöhnlichen Glühlichtes und dem bläulichen Licht der Bogenlampe steht es etwa in der Mitte. Der spezifische Verbrauch beträgt etwa 1,5 Watt pro Hefner-Kerze, ist also nur etwa halbmal so grofs wie bei dem gewöhnlichen Glühlichte. Gemeinsam ist der letzteren und der Nernst-Lampe die Fähigkeit, sich dekorativ in mannigfaltigster Weise anbringen zu lassen.

Das elektrische Bogenlicht würde entsprechend unseren obigen Angaben ökonomischer sein als das Nernst-Licht; indes läfst sich wegen der sehr verschiedenen Verteilung des Lichtes nach verschiedenen Richtungen ein solcher Vergleich nicht ohne weiteres durchführen.

Ein Vorzug der Nernst-Lampe gegenüber dem Bogenlichte liegt einmal in der Fähigkeit, sich der Spannung des Leitungsnetzes anzupassen, woraus sich z. B. ergiebt, dafs man bei 110 Volt Spannung

eine Nernst-Lampe allein brennen kann, was in ökonomischer Weise bei Bogenlampen nicht möglich ist. Ein weiterer Vorzug ist der Mangel eines Regulierwerkes während des Betriebes, also vollständige, durchaus dem Glühlichte entsprechende Ruhe des Lichtes. Die Lebensdauer eines Glühkörpers soll etwa 200 Brennstunden betragen. Fraglos erscheint es, dafs bei fabrikmäfsiger Herstellung die Körper einen äufserst geringen Preis haben werden; ist doch im Vergleich zu ihnen die Vacuumglühlampe ein kleines technisches Wunder. Die Vorwärmevorrichtungen überdauern natürlich zahlreiche Glühkörper.

Im Gegensatz zu vielen anderen Erfindungen, bei deren Besprechung man von Hoffnungen und Möglichkeiten zu reden hat, zeichnet sich die Nernstsche Erfindung dadurch aus, dafs sie in der Hauptsache fertig ist. Dadurch wird der gegenwärtige Zeitpunkt, in welchem Nernst mit seiner Erfindung an die Öffentlichkeit tritt, dem Auftreten Edisons im Jahre 1872 vergleichbar. Dieser Erfinder zeigte bekanntlich damals auf der Pariser Weltausstellung die von ihm und anderen gemeinsam konstruierte Glühlampe in dem lediglich durch seine Thätigkeit geschaffenen Rahmen einer vollständigen Installation, die in vieler Beziehung noch bis heute vorbildlich geblieben ist, weil sie vor allen Dingen der Forderung einer weitgehenden Teilbarkeit des elektrischen Lichtes Rechnung trug. Die Nernstsche Lampe unterscheidet sich in dieser Beziehung durch nichts von derjenigen Edisons, aber sie wird einer zweiten Forderung gerecht, sie giebt für dieselbe elektrische Kraft mehr Licht. Es darf also nach menschlicher Berechnung als sicher angesehen werden, dafs die Nernstsche Erfindung einen neuen Siegeszug der Elektrizität anbahnen wird, und wir wollen mit dem verdienten Leiter der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Herrn Generaldirektor Rathenau hoffen, dafs das elektrische Licht auf diesem Zuge nicht wie bisher nur in die Paläste der Reichen, sondern auch in die schlichte Wohnung des mit Glücksgütern weniger gesegneten Mannes einkehren werde.

Erinnerungen an die Erdbebentage von Laibach.

Von **Dr. P. Schwahn** in Berlin.

Erinnerungen, nicht Darlegungen über das Wesen der Erdbeben werde ich auf den folgenden Blättern aufzeichnen. Wer jemals die Empfindung gehabt hat, dafs der Boden unter den Füfsen schwankte, wer die Häuser wanken sah und in den Grundfesten krachen hörte, wer endlich den unterirdischen Donner vernommen, der den Erdstofs begleitet, bei dem überwiegen die sinnlichen Eindrücke, haften jene Bilder unauslöschlich, welche sich bei diesem tief in die Lebensverhältnisse der Menschen eingreifenden Naturereignis vor den Augen entrollen. Das Interesse an diesen Bildern ist ein allgemein menschliches, und daher verzeihe, verehrter Leser, wenn ich von Dingen berichte, denen der Schrecken der Gegenwart fehlt, über welche glücklicherweise schon eine Reihe von Jahren hinweggegangen ist.

In der Nacht des Ostersonntags des Jahres 1895 wurde der südliche, an die Adria grenzende Teil Österreichs von einer Erdbebenkatastrophe heimgesucht, wie wir sie seit dem Agramer Beben (9. November 1880) nicht erlebt haben, und wie sie in dieser Ausdehnung noch nie in Österreich verspürt worden war. Von Fiume bis Wien erbebte die Erde unter mächtigen Stöfsen, das ganze Küstengebiet, sämtliche Alpenländer, Kroatien, Slavonien, Bosnien und die Herzegowina wurden in Mitleidenschaft gezogen. Der Mittelpunkt des Bebens war das Karstgebiet; namentlich Laibach, die Hauptstadt Krains, wurde schwer getroffen.

Gleich nachdem der Telegraph die Katastrophe gemeldet hatte, erging an mich die Aufforderung, die heimgesuchten Gebiete zu besichtigen, und ich folgte derselben um so lieber, als sich ein guter Freund, Professor Lubarsch, als Reisebegleiter anschlofs. Uns war so Gelegenheit geboten, mitten in den Trubel einer schwergeprüften Stadt zu gelangen, denn als wir Berlin verliefsen, waren die unterirdischen Gewalten noch lange nicht zur Ruhe gelangt.

Der Eilzug hatte uns nach Wien gebracht, und dort angelangt, griffen wir sofort nach den Tagesblättern, um das Neueste über Laibach zu erfahren. Sie berichteten, dafs die Situation daselbst überaus kritisch sei: die Not sei auf das Höchste gestiegen, der Mangel an Lebensmitteln überaus grofs, die Kaufleute weigerten sich, die Läden offen zu halten, und die Bevölkerung Laibachs kampiere zu tausenden auf den freien Strafsen.

Angesichts dieser Berichte schien sich die Reise ins Erdbebengebiet zu einer beschwerlichen, vielleicht nicht ganz gefahrlosen Kampagne gestalten zu wollen, bei der es angebracht war, die Leib- und Magenfrage vorher reiflich zu überlegen. Und so beschlossen wir, bereits in Wien uns in primitiver Weise mit Lebensmitteln zu versehen, ja wir hatten uns schon mit dem Gedanken vertraut gemacht, unter freiem Himmel kampieren zu müssen. Aber die Sache gestaltete sich in Laibach — dies will ich vorausschicken — ganz anders, als wir es geglaubt hatten. Die mitgeführten Lebensmittel wurden den armen Obdachlosen gespendet, während wir selbst unsere Mahlzeiten in einem Hotel einnehmen konnten und in einem verhältnismäfsig gut erhaltenen, wenn auch durch Risse beschädigten Zimmer durch die freundliche Fürsorge des Laibacher Gymnasialprofessors Herrn Dr. Gratzy untergebracht wurden. Und so waren wir bald um eine Einsicht klüger geworden: nämlich dafs selbst bei einem so elementaren Ereignis, wie ein Erdbeben, diejenigen, welche Geld in der Tasche tragen, bezüglich der leiblichen Versorgung nichts zu fürchten brauchen, dafs aber die armen Leute, welche von der Hand in den Mund leben, wie es leider bei vielen der slovenischen Bewohner Laibachs der Fall war, hungernd nach dem dargebotenen Brot greifen müssen. Dergleichen wehmütig stimmende Bilder konnte man in der schwergeprüften Stadt hundertfach sehen.

Mit dem erwähnten Proviant ausgestattet, wanderten wir zum Südbahnhof, und eine Stunde hinter Wien führte uns der Zug mitten in das Alpenland an dem herrlichen Mürzthal entlang, über Glognitz und Payerbach dem Semmering entgegen. Die von Karl von Ghega erbaute Bahn mit ihren kühnen, um die Bergrücken herumklimmenden Kurven, ihren sechzehn mächtigen, über die schönsten Thalgründe springenden Viadukten, ihren fünfzehn ins Herz der Berge gesprengten Tunneln und von Pfeilern getragenen offenen Galerien, wird mit Recht als ein Riesenwerk der modernen Baukunst angestaunt. Bei Payerbach überschreitet sie einen 300 Meter langen Viadukt, umzieht dann ansteigend den Gotschakegel, überschreitet weiter das grüne Atlitzthal, den felsigen

Atlitzgraben in hoch romantischer Umgebung und erreicht bald die Paſshöhe, wo durch einen 1500 Meter langen Tunnel eine weitere Steigung vermieden wird. Dann senkt sich die Bahn schnell bei Mürzzuschlag nach der steirischen Seite bergab. Es ging jetzt das Murthal entlang über Bruck nach Graz, wo wir die Nacht zubrachten, um am andern Morgen in aller Frühe unsere Reise nach Laibach fortzusetzen.

Unsere Erwartungen steigerten sich natürlich in dem Maſse, als wir dem Erdbebengebiete näher kamen, wurden aber bald etwas herabgestimmt. Ein Passagier, der mit uns fuhr, berichtete, daſs er in Cilli, einer Station der Südbahn dicht vor Laibach, gewesen sei und dort kaum Spuren der Zerstörung wahrgenommen habe. Das war nun an sich recht erfreulich, muſste aber doch ein wenig ernüchternd auf uns einwirken, denn — auch das möchte ich hier vorweg bemerken — wer zum ersten Male ein vom Erdbeben heimgesuchtes Gebiet betritt, wird ja immer etwas enttäuscht sein, wenn nicht überall Mauerreste und Ruinen entgegenstarren. Die bei solchen Gelegenheiten stets rege Phantasie und nicht zum mindesten die Sensationslust der Zeitungsschreiber lassen die Zustände meist furchtbarer erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind.

In Cilli brauchten wir uns nicht aufzuhalten; wir fuhren sofort durch das wunderbar schöne Savethal unserem Bestimmungsorte Laibach entgegen. Unterwegs lief ich von einem Wagenfenster zum andern, um die Wirkungen des Bebens zu beobachten. Was ich aber zu Gesicht bekam, war nur hier und da ein eingestürzter Schornstein oder ein beschädigtes Dach.

Unser Zug fuhr nun in Laibach ein. Hier wurde die Situation mit einem Schlage eine andere. Auf dem Bahnhof herrschte eine ungeheure Aufregung. Slovenische Weiber mit ihren Kindern liefen wild durcheinander, bessere Laibacher Familien flüchteten Hals über Kopf. Ein neuer, ziemlich heftiger Erdstoſs, der vor einer Stunde erfolgt war, und von dem wir in der Eisenbahn nichts verspürt hatten, trieb die Bevölkerung wieder massenweise aus der Stadt. Und in diesem Trubel sah man österreichische Pioniere und italienische Arbeiter, alles wild durcheinander. Das Bahnhofsgebäude (Fig. 1) war anscheinend nur wenig demoliert. Zwar waren die Schornsteine eingestürzt, und man war gerade dabei, die stark zerrissenen Auſsenwände des Gebäudes durch Balken abzusteifen, zu pölzen, wie man es in Laibach nannte, doch im allgemeinen sah man dem Hause äuſserlich den Schaden nicht an. Unsere Stimmung wurde aber plötzlich eine andere, als wir das Innere betraten. Über hohe Trümmerhaufen

von Ziegelsteinen und Mauerschutt mufsten wir förmlich hinwegturnen. Alle Koffer waren mit Kalkstaub überdeckt, rechts und links die Innenwände des Raumes durchbrochen, und über unsern Köpfen hingen haltlos Balken, Mauerputz und Schilfverkleidung. Durch ein klaffendes Loch in der Decke konnte man bis in die oberste Etage sehen. Das war eben das Überraschende in Laibach, dafs die meisten Gebäude äufserlich verhältnismäfsig gut aussahen, im Innern aber arg verwüstet waren. Bei allen unseren weiteren Wanderungen trat uns diese Wahrnehmung entgegen. Auf dem Bahnhof stand eine lange



Fig. 1. **Bahnhofsgebäude in Laibach.**

Reihe von Wagen der Süd- und Kronprinz-Rudolfbahn, welche von ca. 2000 Laibachern bezogen waren, Güterwagen für das ärmere Volk, Waggonwagen erster und zweiter Klasse für die besser gestellten Leute, und an den Fenstern eines jeden Abteils konnte man auf einem weifsen Zettelchen lesen, wer der Inhaber dieser Erdbebenwohnungen war.

Gleich nach unserer Ankunft hatten wir Gelegenheit, die Nervosität der Bevölkerung kennen zu lernen. Als beim Rangieren zwei Güterwagen etwas laut zusammenstiefsen, bemerkten wir, wie in demselben Augenblick ein Arbeiter einen verzweifelten Schreckensschrei ausstiefs, wild mit den Armen herumfuchtelte, den Kopf nach allen Richtungen drehte und dann, vor Schrecken gelähmt, zusammen-

brach. Die Angst war erklärlich. Vor einer Stunde war ein ziemlich heftiger Stofs mit unterirdischem Donnern erfolgt, der noch allen in den Gliedern lag. Wer konnte wissen, was der nächste Augenblick bringen wird. Auch wir haben später bei dem kleinsten Geräusch die Ohren gespitzt, erwartend, nun werde der Boden von neuem erzittern.

Unsere erste Sorge war, uns nach einem Unterkommen umzuschauen. In Graz hatte man uns das Hotel zum Elefanten in der Wiener Strafse bestens empfohlen, und schon der Name „Elefant" erweckte einiges Vertrauen. Wir wollten es zunächst einmal damit versuchen, und nach einigem Herumfragen gelangten wir auch richtig dahin.

Das Gebäude sah sehr vertrauenerweckend aus; es war nicht gepölzt wie die umliegenden Häuser. Also hinein ging es in das Parterregeschofs, wo der Restaurationsraum sich befand. Und siehe da, derselbe war völlig besetzt; hier schien sich der unerschrockene Teil Laibachs, der nicht die Mauersteine über den Köpfen fürchtete, ein Rendez-vous gegeben zu haben. Auch die Herren der Wiener Rettungsgesellschaft, das Untersuchungskomitee, Pionieroffiziere, alles hatte sich daselbst zusammengefunden.

Seltsam mufste es in Anbetracht unserer Verproviantierung auf uns einwirken, als der Kellner herantrat und fragte: Meine Herren, speisen Sie à la carte oder Menu, welche Weinsorte befehlen Sie? Erst in den vier Ecken des Lokals ein wenig umgeschaut, und als wir nichts Bedrohendes dort entdecken konnten, waren wir mit der neuen Situation durchaus einverstanden. Einige Schwierigkeiten hatte es, ein Zimmer zu erlangen. Die gut erhaltenen Räumlichkeiten des Hotels waren mit Laibacher Flüchtlingen, deren Wohnungen zerstört waren, überfüllt. Überdies waren die Hinterräume des ersten Stockes durch herabgefallenen Mauerputz stark beschädigt, die Treppen zu den höheren Stockwerken durch Risse zerteilt, so dafs sich niemand hinaufwagte. Nur der Liebenswürdigkeit des Herrn Professors Gratzy war es, wie schon erwähnt, zu danken, dafs wir in der ersten Etage ein leidlich erhaltenes Zimmer bekamen. Wüst sah es in demselben freilich aus: Risse zu beiden Seiten und über der Thür; Schutthaufen lagen im Gebäude überall herum, und meine Briefe löschte ich mit Maurerkalk. Jedenfalls hatte man aber zum Elefanten ein sehr grofses Zutrauen. Thatsache ist, dafs seit der Schreckensnacht sich zwei Drittel der Laibacher Bevölkerung unter kein Steindach wagten. Und hätten wir diese Nacht miterlebt, wir wären vielleicht nicht minder ängstlich gewesen.

Ehe wir nun durch die Stadt wandern, um uns die Wirkungen des Bebens anzusehen, wollen wir uns über die Lage und Verhältnisse von Laibach ein wenig orientieren. Krains Landeshauptstadt liegt im sogenannten Krainischen Becken in fruchtbarer Ebene zu beiden Seiten des zu einer Spirale gewundenen Laibachflusses, der sich unfern der Stadt in die Save ergiefst. Das Bild (Figur 2) zeigt uns den im Mittelpunkt der Stadt liegenden Kongrefsplatz, hinter dem sich auf dem rechten Ufer des Flusses der bewaldete Schlofsberg erhebt, welcher das Kastell trägt.



Fig. 2. **Schlofsberg mit Kastell, vom Kongrefsplatz aus.**

Von dort oben geniefst man eine ganz herrliche Aussicht. Im Norden liegen als pittoresker Hintergrund die Steiner- und Julischen Alpen mit dem gletschergekrönten Triglavgipfel, und dahinter erstreckt sich der hellschimmernde Zug der Karawanken. Rings um die Stadt tauchen inselartig bewaldete Bergkuppen auf; im Südosten der Krimberg, von dem die Erdstöfse in der Schreckensnacht ausgegangen sein sollen, im Nordwesten der grofse Kahlenberg. Im Süden liegt das Laibacher Moor, eine sumpfige Fläche, die, seit Jahren trocken gelegt, gleich dem Zirknitzer See völlig von Höhlen durchzogen ist.

Was die Stadt selbst anbetrifft, so ist sie mit Ausnahme des modernen Viertels, welches schöne Häuser und Villen besitzt, eng und unregelmäfsig gebaut. Viele Gebäude sind Jahrhunderte alt und

aus schlechtem Material aufgeführt, worauf die verheerenden Wirkungen des Bebens zum Teil zurückzuführen sind. Im Jahre 1895 zählte die Stadt circa 30000 Seelen, von denen ein Drittel deutscher, zwei Drittel — die sogenannten Krajuci — slovenischer Abkunft waren. Als Sitz der Landesregierung und eines Bistums besitzt Laibach eine Menge von öffentlichen Gebäuden, die alle durch das Beben stark gelitten hatten.

Für die Beurteilung der Wirkungen des Bebens ist es ferner wichtig zu bemerken, dafs der links von dem Laibach liegende Teil der Stadt auf Flufsschotter ruht, also lockere Massen zum Untergrund hat, der rechte dagegen, wo der Schlofsberg aufragt, auf festem Felsboden aufgeführt ist. Diese Bodenverschiedenheiten haben bei dem Beben eigenartig gewirkt: der linke Stadtteil ist arg zerrüttelt worden, während die Häuser des rechten, auf Felsboden ruhenden Teils weit weniger gelitten haben. Ähnliche Beobachtungen hat man bei fast allen Erdbeben, bei dem verheerenden Beben auf Ischia sowohl wie bei demjenigen in der Riviera gemacht.

Auch die Stofsrichtung hat einen unverkennbaren Einflufs auf die Demolierung der Gebäude ausgeübt. Die Stöfse der Schreckensnacht verfolgten die Richtung SSO nach NNW, vom Krimberge nach dem Grofs-Kahlenberg zu. Da zeigte es sich nun, dafs diejenigen Mauer- und Strafsenfronten, welche den Stofs rechtwinklig erhielten, also die Richtung West-Ost hatten, überaus stark beschädigt waren, während die von Norden nach Süden verlaufenden Strafsenfronten meist sehr glimpflich weggekommen sind.

Jetzt will ich von den Vorgängen der Schreckensnacht vom Ostersonntag zum Montag erzählen, wie sie uns von Augenzeugen geschildert worden sind. Das meiste davon verdanken wir den Mitteilungen des Herrn Forstkommissar Putick, eines Mitarbeiter dieser Zeitschrift, mit dem ich vorher in brieflichem Verkehr gestanden hatte, und der uns mit grofser Liebenswürdigkeit, ebenso wie Herr Professor Gratzy, auf allen unseren Wanderungen begleitete und hilfreich zur Seite stand.

Putick ist ein Mann von imponierender Gröfse, dessen Züge schon eine felsenfeste Energie verraten. Er hatte unbekümmert um die Gefahr in seiner Parterrewohnung in der Triester Strafse mit Weib und Kind ausgeharrt, während fast ganz Laibach unter freiem Himmel lag. Zur Zeit des Bebens war er das wahre Orakel von Laibach. Putick mufste trösten, wo es Not that, mufste sagen, ob neue Stöfse folgen werden. Alle Augenblicke wurden wir auf unseren Wanderungen durch die Strafsen angehalten, und da hiefs es denn

von allen Seiten, von Damen sowie Herren: Ach, lieber Putick, was wird kommen, was werden wir noch zu erdulden haben? Tröstet euch, das Beben ist vorüber, lautete dann jedesmal die Antwort, und wir Begleiter nickten beistimmend zu, denn auch wir wurden in der Angst um unsere Meinung befragt. Wenn man aus Berlin kommt, äufserte sich einer, mufs man doch wissen, ob Laibach stehen bleiben oder in den Erdboden versinken wird. Und wozu auch die Leute ängstigen, wenn man doch nicht weifs, was das Schicksal in den nächsten Augenblicken bringen wird. Ich komme auf das Unheilvolle des Orakelwesens und auf den leidigen Aberglauben, der bei solchen Anlässen immer seine Blüten treibt, später noch einmal zurück. An die Persönlichkeit Puticks knüpft sich noch ein anderes Interesse. Er war es, der vor einigen Jahren, als zwei Touristen in der Lurloch-Höhle der Ausgang durch eindringende Wasser abgeschnitten war, bis zum Halse in den Fluten watend, zuerst zu den Eingeschlossenen gelangte und deren Lebensrettung glücklich vollbrachte.

Wie ging es nun aber in der Schreckensnacht des Ostersonntags in Laibach zu? Man wird die Flucht aus den wankenden Häusern aus der folgenden Schilderung ersehen können, die uns eine Dame, Frau Forstrat G. gab, deren völlig demolierte Wohnung sich auf dem Deutschen Platz befand.

„Mein Mann war von Hause abwesend,“ berichtete die Dame, „als um 11 Uhr 17 Minuten ein furchtbarer Stofs erfolgte, welcher mich und mein Mädchen aus den Betten warf. Augenblicklich war das ganze Zimmer in eine Staubwolke gehüllt, dafs wir nichts vor den Augen sehen konnten. An ein Ankleiden war im ersten Moment gar nicht zu denken. Wir wufsten, dafs ein Erdstofs erfolgt sei, und triebmäfsig stürzten wir unter die Holzverkleidung der Stubenthüren, wo wir zusammengekauert safsen und uns vor dem von der Decke prasselnden Schutt sicher glaubten.“ Nur diesem Umstande, dafs fast alle Laibacher sich in ähnlicher Weise sicherten, ist es zuzuschreiben, dafs nur wenige Menschenleben zu beklagen waren.

„Als nach einigen Minuten kein heftiger Stofs mehr erfolgte, und der Staub sich ein wenig verzogen hatte,“ erzählte Frau G. weiter, „krochen wir aus unserem Versteck hervor, griffen, was wir greifen konnten, ein paar Betten und Decken, und nun ging es die Stiege hinab, ein fürchterlicher Weg, unter prasselndem Steinregen auf die nafskalte Strafse hinaus, wo gerade mein Mann mir entgegenstürzte. Da wimmelte es bereits von Flüchtlingen, alle nur mangelhaft bekleidet. Alles stürzte durch die Strafsen, die von Staub wirbelten, ins Freie.

Und es war eine stockfinstere, regnerische Nacht, und ringsum ertönte das gräfsliche Pfeifen und Sausen der von den Dächern kommenden Ziegel." „Es war eine fürchterliche Flucht," versicherte die Dame, „niemals hätte ich geglaubt, dafs ich in meinem Leben so etwas durchmachen würde. Sehen Sie, meine Herren, die Haare sind mir in den wenigen Stunden grau geworden; niemals will ich wieder in meine Wohnung zurückkehren!"

„Die Dame ist noch etwas aufgeregt," flüsterte mir Putick zu, „aber, was sie erzählt hat, ist nicht übertrieben. Ich bestätige alles, und wie der Vorgang soeben geschildert wurde, hat er sich während der Schreckensnacht in den meisten demolierten Häusern abgespielt."

Als mir dies erzählt wurde, war mein Reisebegleiter gerade dabei, seinen photographischen Apparat zurecht zu rücken, um den Zufluchtsort der Familie des Forstrats G. aufzunehmen (Titelbild obere Figur). Es ist dies noch eine glänzende Wohnung gegenüber anderen Unterschlüpfen, von denen ich später berichten werde. Sie befand sich in einer halboffenen Scheune im botanischen Garten bei Laibach. Anscheinend hatte man nichts von Möbeln aus der Wohnung geholt. Als Schlafstätten dienten ein paar Kisten, auf denen einige Kissen lagen (rechts in der Abbildung). Der Gebrauch von Kisten an Stelle der Bettstellen war übrigens in den Erdbebentagen eine sehr allgemeine Vorsichtsmafsregel. Nötigenfalls konnte man ja bei einer Wiederholung der Stöfse in den leeren Kistenraum kriechen und sich so gegen einen von oben erfolgenden Steinregen sichern. Auch die Aufstellung der Kisten unter der schützenden Stiege, mit der offenen Seite dem Garten zugewendet, dürfte mit Überlegung geschehen sein. Not macht bekanntlich erfinderisch!

Zu einer Erdbebenwohnung gehört eine Küche, und die Beschaffung einer solchen war nicht immer leicht. Im vorliegenden Fall hatte sich die Familie des Forstrats eine roh aus Brettern gezimmerte Bude (Titelbild untere Figur) aufschlagen lassen, unter welcher ein aus Backsteinen erbauter Ofen soeben fertig geworden war. Dafs das notwendige Hausgerät auf das Äufserste reduziert war, läfst unsere Abbildung erkennen.

Noch ein anderer Bericht aus der Schreckensnacht wird interessieren. Forstkommissar Putick erzählt, er habe erst Frau und Kinder in Sicherheit gebracht, dann sei er abermals in das schwankende Haus gestürzt, habe die Uhrzeit notiert und schnell seinen Kompafs ergriffen, um die Richtung noch kommender Stöfse bestimmen zu können, endlich sei er an das Fenster seiner Parterrewohnung ge-

laufen und habe aus demselben an Betten und Kleidungsstücken hinausgeworfen, was er nur fassen konnte, denn die Triester Strafse wimmelte von halbbekleideten Flüchtlingen. Als er den hinter dem Hause gelegenen Garten betrat, war bereits die ganze Hausbewohnerschaft daselbst in respektvoller Entfernung von den Mauern versammelt.

Alles war bleich und sprachlos vor Entsetzen, als alle Augenblicke in der betreffenden Nacht ein Stofs nach dem anderen erfolgte; mehr als 24 hintereinander, von dem Hauptstofs um 11 Uhr 17 Minuten nachts



Fig. 3. **Blick in die Judengasse.**

bis zum andern Morgen. Als die stärkeren um 12 Uhr 2 Minuten, um 3 Uhr 37 Minuten und 4 Uhr 19 Minuten eintraten, hätten schwächliche Personen Mühe gehabt, sich auf den Füfsen zu halten, ja manche hätten auf der Strafse die Bäume ergriffen, um sich daran festzuklammern.

An tragikomischen Scenen hat es bei der Flucht aus der bedrängten Stadt nicht gefehlt. So wurde mir erzählt, dafs ein Offizier aus seiner Wohnung auf die Strafse gelaufen sei, nur mit dem bekleidet, was man gewöhnlich im Bette anzuhaben pflegt. Aber eins hatte er nicht vergessen, nämlich sich den Säbel umzuschnallen und den Tschako aufzusetzen. In solcher Gestalt eilte er durch die Strafsen als ein Sinnbild der „Macht der Gewohnheit“.

Unsere Wanderungen durch die Stadt waren insofern etwas eingeschränkt, als die am ärgsten betroffenen Strafsen, um nachträgliches Unglück durch herabstürzende Mauerreste zu verhüten, gleich nach der Katastrophe durch Militärposten abgesperrt waren, wie wir dies auf der umstehenden Abbildung (Fig. 3) sehen, welche uns einen Blick in die Judengasse vorführt. Einen Passierschein aber konnten wir uns bei der Kürze des Aufenthaltes nicht verschaffen, und so war photographische Thätigkeit nur auf die Aufnahme minder bedeutender Verwüstungen angewiesen.

Wenn man sich die Schreckensbilder vor Augen hält, die das am 28. Juli 1883 die Insel Ischia heimsuchende Erdbeben in der Ortschaft Casamicciola zur Folge hatte, wo kaum ein einziges Haus unverletzt blieb, sondern alles einem wüsten Trümmerhaufen und Leichenfelde glich,[1]) wenn man ferner an das Beben von Konstantinopel im Jahre 1894 denkt, bei welchem im grofsen Bazar zu Stambul allein gegen 2000 Menschen teils erschlagen, teils lebendig begraben wurden, so mufs man die Laibacher Katastrophe als eine relativ geringfügige bezeichnen. Gebäude, welche völlig demoliert waren, d. h. in Form von Ruinen entgegentraten, haben wir fast nirgends in der Stadt gefunden. Aber es wäre unrecht, die Stärke des Bebens allein nach den Demolierungen abschätzen zu wollen. Der Umfang der Zerstörung und die Vernichtung von Menschenleben richtet sich ja ganz nach der Bauart der Häuser, welche in Italien und im Orient viel zu wünschen übrig läfst. Es ist ganz etwas anderes, ob ein nach allen Regeln der Statik aufgeführtes Haus aus Quadersteinen oder Ziegeln erschüttert wird, oder eine solche Erschütterung ein Gebäude trifft, das aus lockeren Tuffmassen und unbehauenen Balken aufgeführt ist, wie es auf Ischia der Fall war, oder gar die aus Lehm zusammengeklebten Kartenhäuser Stambuls. Der Unterschied in der Solidität der Bauausführung hat sich selbst in Laibach fühlbar gemacht. Die aus unbehauenen Schieferblöcken mit Mörtel zusammengefügten Hütten der ärmeren Bevölkerung (z. B. in der Römerstrafse und Krakauer Vorstadt) waren auch äufserlich total zerrissen und mufsten niedergelegt werden, während die Ziegelbauten (Theater, Museum) und Wohnhäuser des besseren Stadtviertels auf den ersten Blick ganz unverletzt erschienen, wenigstens den Umfang, den das Beben in den Innenräumen angerichtet hatte, kaum erkennen liefsen.

[1]) Die Zahl der Toten bei dem Beben von Ischia wird nach den offiziellen Berichten auf 2313, die der Verwundeten auf 762 angegeben, während in Laibach nur einige wenige Einwohner umgekommen sind.

Verhältnifsmäfsig oft waren gröfsere Verwüstungen dadurch entstanden, dafs die Brandmauern hoher Gebäude einstürzten und die Däoher der angrenzenden Nachbarhäuser zerstörten. Einen solchen Fall zeigt unsere Abbildung (Figur 4), welche ein Haus in der Burgstallgasse, vom Hofe aus gesehen, vorführt, das dem Oberpostkontroleur Anton Premk gehörte. Der rechte Hinterflügel hatte in dieser Weise gelitten, aber auch die übrigen Teile des Hauses waren so arg mitgenommen, dafs sämtliche Innenräume und der Thorweg



Fig. 4. Zerstörtes Haus in der Burgstallgasse.

durch Balken abgesteift oder, wie man in Österreich sagt, gepölzt werden mufsten.

Solche Pölzungen zeigte fast jedes Haus, und tagtäglich rollten die Bahnzüge heran, um neues Baumaterial und Balken nach der im wahren Sinne des Wortes künstlich gestützten Stadt zu bringen. 150 Wohnhäuser erwiesen sich als so stark demoliert, dafs sie niedergelegt werden mufsten.

Von den öffentlichen Gebäuden soll uns zunächst die Burg auf dem Schlofsberge beschäftigen. (Siehe Fig. 2.) Wir waren dort hinaufgestiegen, erhielten aber nur zur Wachtstube Zutritt, und was wir daselbst sahen, genügte, um den Umfang der Zerstörung beurteilen zu können. Alles war zerrissen, alle Mauerbekleidung im Innern abgefallen.

Im Kastell lagen während der Osternacht dreihundert schwere Verbrecher, meist in Ketten. Als der Erdstofs erfolgte, erzählte uns der Militärposten, entstand in den Zellen ein Geheul und Jammer, das herzzerreifsend war. Schnell requirierte man Militär aus der Stadt, welches die Gefangenen in den Burghof führte und so lange unter den schwankenden Mauern bewachte, bis der Morgen hereinbrach. Dann führte man sie wieder zurück in ihr Gefängnis, überzeugte sich aber bald, dafs daselbst keines Bleibens sei, und brachte sie auf sicheren Boden nach Marburg und Graz.

Dem Prachtbau des Museum Rudolfinum, der erst im Jahre 1883 vollendet wurde, war ebenso wie dem gegenüberliegenden Theater äufserlich fast garnichts anzumerken. Und doch hatte das Beben in den Innenräumen böse gewirtschaftet. Die Glaskästen der Sammlungen waren durchweg zertrümmert, wertvolle Gegenstände, kostbare Urnen, meist Unica aus der Römerzeit, lagen zerbrochen in den Sälen umher.

(Schlufs folgt.)

Nicolaus Coppernicus.

Von Professor **M. Curtze** in Thorn.

(Schlufs.)

Das Sendschreiben an Schoner, die Narratio prima, wurde im Jahre 1540 zu Danzig[31]) und noch im folgenden Jahre zu Basel[32]) wiedergedruckt. Eine beabsichtigte Narratio altera mag durch die Drucklegung der Revolutiones überholt und überflüssig erschienen sein. Während des Löbauer Aufenthaltes entstanden, verbreitet sie sich eingehend hauptsächlich über das dritte Buch der Revolutiones. Bis dahin war damals Rheticus mit einer genauen Durcharbeitung gelangt, während ihm der Rest nur oberflächlicher bekannt war. Eine nähere Zergliederung der beiden ersten Bücher verspart er sich ausdrücklich, wohl für die Narratio altera, auf später. So zerfällt die Schrift in zwei Hauptteile, einen ersten, der sich ausführlich mit dem dritten Buche beschäftigt, und einen zweiten, die Gesamtdarstellung des neuen Systems im Gegensatz zu den früheren enthaltend.

Nach einer kurzen Inhaltsübersicht der einzelnen Bücher folgt als Einleitung zur Lehre vom jährlichen Kreislauf ein Abschnitt über Längenänderungen der Fixsterne infolge der Präzession, deren gleichmäfsige Geschwindigkeit nach seinem „Herrn Lehrer" in einer Schwankungsperiode von 1717 Jahren Änderungen unterworfen sei. Daran schliefst sich naturgemäfs eine Untersuchung über die Länge des Jahres zwischen den Aequinoctien (generalis consideratio), dann

---

[31]) Der Titel dieser ersten Ausgabe ist: „Ad clarissimum Virum D. Ioannem Schonerum, de libris Revolutionum eruditissimi viri, et Mathematici excellentissimi Reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam Iuvenem, Mathematicae studiosum Narratio Prima." Am Ende: „Excusum Gedani per Franciscum Rhodum. M.D.XL."

[32]) Die Ausgabe von 1541 ist betitelt: „De libris revolutionum eruditissimi Viri, et Mathematici excellentiss. reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei Canonici Vuarmaciensis Narratio Prima ad clariss. Virum D. Joan. Schonerum per M. Georgium Joachimum Rheticum una cum Encomio Borussiae scriptum. Basileae." Am Ende: „Apud Robertum Vuinter, Basileae, Anno 1541." Diese Ausgabe ist von Achilles Pirminius Gassarus besorgt.

Untersuchungen über Schiefenänderung der Ekliptik, denen, als mit den vorigen Schwankungen zusammengehörig, eine Periode von 3434 Jahren zukommen soll. Zur Erklärung der Lagenänderungen des Aphels aber mufste zu den aus dem Vorigen folgenden noch eine neue Annahme sich gesellen, so dafs sich schliefslich der ganze Mechanismus der Erdbewegung folgendermafsen darstellt. Man beschreibe mit 0,0369 des Erdbahnradius um die Sonne einen Kreis. Auf diesen lasse man zur Erklärung der Lagenänderung der Apsidenlinie den Mittelpunkt eines zweiten rückläufig und gleichförmig in 54 000 Jahren einen Umgang machen. Dieser zweite besitzt einen Radius von 0,0048 des Erdhalbmessers, und auf ihm kreist wieder rechtläufig in 3434 Jahren der Mittelpunkt des jährlichen Kreises der Revolution, wodurch die Unregelmäfsigkeit der Präzession erklärt werden soll. An diesen zweiten Hilfskreis schliefsen sich bei Rheticus eigentümliche astrologische Erörterungen. Erreicht das Centrum der Erdbahn den Quadranten oder andere ausgezeichnete Punkte, so werden dadurch nach ihm die politischen Geschicke der Menschheit beeinflufst, dieser Kreis ist die wahre „rota fortunae". Roms Umwandlung zum Kaisertum und sein Dahinwelken, Mohameds Auftreten und die wachsende Macht des Islam bringt er damit in Verbindung, prophezeit für ungefähr 100 Jahre später auch diesem einen jähen Fall und erwartet für die Zeit der zweiten Erreichung des Ausgangspunktes bei der Erschaffung der Welt die Wiederkunft Christi zum Weltgerichte. Da sich diese Stelle in einer unter Coppernicus Augen entstandenen Schrift findet, läfst sie Schlüsse auf dessen eigene Stellung zum herrschenden astrologischen Aberglauben zu. Mit einer neuerlichen Untersuchung (specialis consideratio) über die Länge des tropischen Jahres nach seinen Entwickelungen und einem Abschnitt über Mondbewegungen geht er zum zweiten Hauptteile über.

In diesem widerlegt er zunächst kurz die Anschauungen der Alten, um zu einer Gesamtdarstellung des neuen Systems überzugehen. Diese ist eingeteilt in Capitel über allgemeine Anordnung der Weltkörper in demselben; die dreifache Bewegung der Erde: Rotation, Revolution und Declination, die sogenannte dritte Bewegung, einen Abschnitt über Librationen und zum Schlufse den umfangreichen Abschnitt über Planetenbewegungen nach Länge und Breite.

Im ganzen läuft der Inhalt von Rheticus' Narratio prima, soweit er nicht strengwissenschaftlich die Theorie der Vorlage angiebt und erläutert, auf eine Verteidigung seines Lehrers und eine Lobpreisung von dessen hohen Geistesgaben und unermüdlicher Arbeits-

kraft hinaus. Hinsichtlich der Motive weist er die Vorwürfe der Ruhmsucht und Neuerungslust zurück. Nur allein das Streben nach einer allen vorliegenden Beobachtungen entsprechenden Theorie hätten ihn zu seiner Annahme genötigt. Coppernicus sowohl wie er selber achteten Ptolemaios hoch, arbeiteten nach denselben Prinzipien, nur dafs sie Bogen und Pfeile aus anderem Stoffe nach dem gemeinsamen Ziele richteten. An anderen Stellen rühmt er die hohe Einfachheit und Folgerichtigkeit des Systems. Die lebenspendende Sonne ist an den gebührenden Platz gestellt, und mit der einen Erdbewegung der verwickelte Planetenlauf erklärt. Eines fügt sich harmonisch ins andere, wie an einer goldenen Kette ist alles auf das Schönste verbunden. Auch die dazu erforderliche fast göttliche Einsicht und die ungemeine Arbeitskraft seines Lehrers hebt er hervor. Frei gesteht er, vorher nicht den geringsten Begriff von der gewaltigen Mühsal solcher Arbeiten besessen und ihn erst staunend an Coppernicus' Beispiel gewonnen zu haben. Mit das Wichtigste scheint eine Angabe über die von dem grofsen Astronomen befolgte Arbeitsmethode. Danach hatte Coppernicus ein selbst nach bestimmtem Plane gefertigtes Verzeichnis sämtlicher bekannter Beobachtungen zur Hand, wonach er, von den ältesten bis auf eigene einschlägige Angaben herabgehend, die Richtigkeit überlieferter Theorien prüfte und nach etwa hervortretender Gesetzmäfsgkeit forschte. Erst wenn er sich „urgente astronimica ἀνάγκη“ genötigt sah, früher geteilte Ansichten aufzugeben, stellte er eigene Hypothesen auf, um sie nur nach reiflicher Prüfung und streng mathematischem Beweise als Gesetz anzuerkennen. So konnte Rheticus seinen Bericht mit vollem Rechte schliefsen, sein Lehrer scheue keine gerechte und einsichtige Kritik, sondern wolle sich ihr freiwillig gern unterwerfen.

Auf die Narratio liefs Rheticus als Anhang das Encomium Borussiae folgen. Im übertriebenen, gesuchten Stile des Humanisten preist er das begnadete Preufsen. Aufser dem Herzog Albrecht sind es vorzugsweise zwei Gönner, deren er gedenkt: Tiedemann Giese und Johann von Werden, Bürgermeister von Danzig, wenn wir von seinem Lehrer absehen. Gröfseren Wert für uns besitzen nur diejenigen Teile, aus denen der ursprüngliche Widerwille des Coppernicus gegen die Veröffentlichung der Revolutiones und der grofse Anteil des Culmer Bischofs an seiner Überwindung sich ersehen lassen. Anstatt dessen war von dem grofsen Astronomen nur die Veröffentlichung von nach den neuen Erkenntnissen berechneten Planetentafeln beabsichtigt, aus denen sich nach seiner Ansicht Inter-

essenten dieselben ja rekonstruieren könnten. Es bedurfte erst langen Zuredens seitens des Freundes, um auf der Wagschale die Besorgnis vor Widerspruch und den pythagoreischen Grundsatz der Verbreitung neuer Wahrheiten nur im esoterischen Kreise bei unserem Helden in die Höhe schnellen zu lassen. Mit der Bitte um weitere lenkende Ratschläge, deren er als jüngerer bedürfe, schliefst die Zuschrift an Schoner mit der Datierung „Warmiae" am 23. September 1539.

Während 1539 bei Rheticus' Ankunft neben dem Inhalte auch die Fassung des Textes der Revolutiones gröfstenteils festgestanden haben mufs, scheint die erst durch ihn vermittelte Bekanntschaft mit der nun, fünfzig Jahre nach des Autors Tode, veröffentlichten Trigonometrie des Regiomontanus Coppernicus zu einer Neubearbeitung des entsprechenden Abschnittes seines Werkes im Verein mit Rheticus veranlafst zu haben. Aus dem dem Schriftcharakter und der Tinte nach vor dieser letzten Redaktion entstandenen Anfange des Kap. XII von Buch I scheint aber doch wohl unzweideutig die selbständige Aufstellung der der Zeit nach allerdings zuerst von Regiomontan gegebenen wichtigen Sätze über die Bestimmung der Winkel eines sphärischen Dreiecks aus den Seiten und der Seiten aus den Winkeln seitens unseres Helden sich zu ergeben.[33]) Trotzdem findet sich im Manuskripte die — durchstrichene — Originalfassung nur für den ersten Satz vor, während die endgiltige Form beider auf einem später eingehefteten Bogen gegeben ist, getrennt durch den ebenfalls nur hier überlieferten Beweis der Möglichkeit, aus der Summe zweier Bogen kleiner als ein Halbkreis und dem Verhältnisse ihrer Sinusse dieselben einzeln zu bestimmen. Obwohl aller Wahrscheinlichkeit nach diese letzteren Änderungen erst auf Grund der durch Rheticus vermittelten Kenntnis Regiomontans basieren, wird doch dadurch der Coppernicanischen Eigenart nirgend Eintrag gethan, vielmehr gehören die Beweise in ihrer bedeutend eleganteren Form durchaus dem Frauenburger Mathematiker an. Das Prioritätsrecht des Königsbergers aber kann natürlich dadurch in nichts geschmälert erscheinen.

Als Rheticus im Herbste 1541 Preufsen verliefs — ein am

---

[33]) Die im Originalmanuskripte ausgestrichene, aber von Rheticus in der Editio princeps dennoch beibehaltene Stelle — sie ist mit den älterer Zeit angehörigen Schriftzügen und mit dem Vorhergehenden und Nachfolgenden jedenfalls in einem Tenor und gleichzeitig geschrieben — heifst: „Quoniam vero demonstrationes, quibus in hoctot ferme opere utemur, in rectis lineis et circumferentiis, in planis convexisque triangulis versantur, de quibus et si multa iam pateant in Euclideis Elementis, non tamen habent, quod hic maxime quaeritur, quomodo ex angulis latera et ex lateribus anguli possint accipi"

20. September von Herzog Albrecht unter Beifügung eines Portugalesers an ihn noch nach Frauenburg gerichteter Brief giebt die eine, seine Führung der Decanatsgeschäfte in Wittenberg im Februar 1542 die andere äufserste Grenze für seine Abreise —, nahm er mit Bewilligung seines Lehrers eine Abschrift dieses, auch ohne Kenntnis der anderen Theorien allgemein verwendbaren Abschnittes über ebene und sphärische Trigonometrie zur Drucklegung mit nach Wittenberg. Darauf bezieht sich wohl auch die Empfehlung Herzog Albrechts an die Sachsenfürsten. 1542 erschien dann diese Abhandlung, wörtlich mit dem Originale übereinstimmend bis auf die Erweiterung der Sinustafel, welche in den Revolutiones nur von 10 zu 10 Minuten und für den Sinus totus = 100 000 berechnet ist, während Rheticus seiner Ausgabe eine solche von Minute zu Minute und den Sinus totus = 10 000 000 beigab, bei Johann Lufft in Wittenberg.[34]) In der Widmungsvorrede an den Nürnberger Georg Hartmann, einen Freund des verstorbenen Andreas Coppernicus, betont Rheticus ausdrücklich die vollständige Unabhängigkeit seines Lehrers von Regiomontan, da die vorliegende Arbeit vor dem Erscheinen von dessen Trigonometrie entstanden sei, und nimmt die Gelegenheit zu einem begeisterten Lobe auch des Astronomen Coppernicus wahr.[35])

Auch noch auf weniger wohlfeilem Wege bewies Rheticus seine Dankbarkeit. In Upsala und andern schwedischen Städten finden sich einst Coppernicus und nach dessen Tode später der Stiftsbibliothek gehörige Bücher, deren Widmung sie als Geschenke des Schülers an seinen verehrten Meister bezeichnen. Sie sind bei der Plünderung der ermländischen Archive und Bibliotheken im 30jährigen Kriege an ihren jetzigen Aufbewahrungsort gelangt, darunter auch die Trigonometrie des Regiomontan, ein griechischer Almagest und anderes mehr. Unrichtig wäre aber der daraus öfter gezogene Schlufs, Coppernicus habe überhaupt an derartigen Hilfsmitteln Mangel gelitten. Schon die Existenz des erwähnten astronomischen Beobachtungskataloges und die Überlegung, dafs gerade der

[34]) „De Lateribus Et Angulis Triangolorum, tum planorum rectilineorum, tum Sphaericorum, libellus eruditissimus et utilissimus, cum ad plerasque Ptolemaei demonstrationes intelligendas, tum vero ad alia multa, scriptus a clarissimo et doctissimo D. Nicolao Copernico Toronensi. Additus est Canon semissium subtensarum rectarum linearum in Circulo. Excusum Vittembergae per Johannem Lufft. Anno M.D.XLII."

[35]) Es heisst da: „Nunc recens prodiit lucubratio Regiomontani, sed multo ante quam hanc videre potuit vir Clarissimus et doctissimus D. Nicolaus Copernicus, dum et in Ptolemaeo illustrando, et in doctrina motuum tradenda elaborat, de Triangulis eruditissime scripsit."

Angreifer einer Anschauung zuerst mit allen Seiten derselben vertraut sein mufs, hätten eine solche Annahme widerlegen sollen. Und in der That standen ihm neben dem für seine Zeit bedeutenden eigenen litterarischen Besitze die reichen damaligen Schätze der Bibliotheken des eigenen Domstiftes und der Braunsberger Franziskaner zu Gebote.[36])

Kurze Zeit nach Rheticus' Abreise gelang es endlich Giese, von Coppernicus das Manuskript der Revolutiones und die Vollmacht zur Verwendung beziehungsweise Drucklegung nach eigenem Ermessen herauszubekommen. Hocherfreut sandte er dasselbe nach schon vorher getroffener Abrede an Rheticus. Dieser hatte bei einem Besuche in Nürnberg direkt vor seiner Frauenburger Reise seine alten Beziehungen zu den dortigen wissenschaftlichen Kreisen, speziell mit Schoner, wieder aufgefrischt und den Drucker Johannes Petrejus (Peterlein) dabei näher kennen gelernt; bei ihm, in dem Centralpunkte damaliger wissenschaftlicher Bildung, dem Sitze der regiomontanischen Schule, gedachte er die Revolutiones in Druck zu geben. Zu der öfter erwähnten, nun endlich glücklich besiegten Abneigung unseres Helden gegen eine andere Verbreitung seiner Forschungsergebnisse als im esoterischen Kreise mag sich noch die Besorgnis vor den Folgen einer Drucklegung seines heliocentrischen Systems bei dem ihm genau bekannten Umschwunge der Ansichten zu Rom als ein neues Moment gegen die Überredungskünste seiner Freunde gesellt haben, obwohl thätliche Unbilden, wie sie ein Jahrhundert später Galilei erfuhr, ihm kaum gedroht hätten. Ein schwächliches Verleugnen aber nach einmal beschlossener Veröffentlichung, wie es ihm Osiander später unterschieben wollte, lag ihm sicherlich gänzlich fern. Atmet doch auch die Widmung an den Papst die volle Überzeugung des Schreibers von der Wahrheit seiner Anschauungen, obwohl sie die befürchteten Anfeindungen durch die Captatio benevolentiae der höchsten Autorität wirkungslos zu machen bestimmt war. Inzwischen hatte der jugendliche Wittenberger Professor sein dortiges Amt niedergelegt und Verhandlungen mit Leipzig angeknüpft, ja wohl schon daselbst einige Vorlesungen gehalten. Noch nicht zu sofortigem Antritt verpflichtet, begab er sich jedoch im Mai 1542 mit Empfehlungen von Melanchthon nach dem ausersehenen Druckorte, um den Satz zu überwachen und persönlich Korrektur zu lesen. Eine Abschrift, wohl von seiner fachkundigen Hand, lag neben der Originalhandschrift,

[36]) Man vergleiche die „Analecta Warmiensia" Hiplers, wo die alten Kataloge der ermländischen Bibliotheken abgedruckt sind.

wie es scheint, der Ausgabe zu Grunde. Als ihn zu Beginn des Wintersemesters seine Pflicht gebieterisch nach Leipzig zurückrief, übergab er den Vertrauensposten seiner Nachfolge als Redaktor an den Geistlichen und Mathematiker Andreas Osiander. Abgesehen von der sich durch Druckfehlerhäufung bethätigenden nachlässigen Korrektur desselben,[37]) war auch in anderer Hinsicht die Wahl keine glückliche. Schon in seinem, wahrscheinlich durch Rheticus vermittelten Briefwechsel mit Coppernicus, 1540, hatte Osiander den Vorschlag gemacht, vermittelst einer durch nur hypothetische Darstellung des neuen Weltsystems als eines hauptsächlich Rechnungszwecken dienenden Behelfes ins Werk zu setzenden Anpassung an die herrschende Glaubenslehre etwaigen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen und demselben eine ungestörte Verbreitung zu sichern. Wohl in bester Absicht, aber in geradem Gegensatze zu dem allein zu derartigen Änderungen Berechtigten und seinen pietätvollen Anhängern ging er jetzt an die Ausführung des Gedankens. Zunächst fügte er dem von Coppernicus beabsichtigten Titel „De revolutionibus“ das irreführende „orbium coelestium“ hinzu und schob dann direkt dahinter vor der allerdings als „Praefatio autoris“ gekennzeichneten Coppernicanischen Widmung an Papst Paul III. ohne Angabe seines Namens eine eigene Vorrede ganz in dem erwähnten Gedankengange ein. Ungewifs ist, ob auch eine aufdringliche Anpreisung zum Kaufe auf dem Titelblatte und die Unterschlagung der schönen Einleitung zum ersten Buche auf sein Konto zu setzen sind. Des entrüsteten Giese spätere briefliche Aufforderung, Rheticus solle beim Nürnberger Rate um Abänderung der als Herabsetzung des eben Entschlafenen sich charakterisierenden Eigenmächtigkeiten vorstellig werden, blieb unausgeführt oder erfolglos, und so ging die im schärfsten Gegensatze zu Coppernicus' fester, innigster Überzeugung und auch zu deren Ausdruck in dem Widmungsschreiben an Paul III. stehende Pseudocoppernicanische Vorrede nach der Ausgabe des fertigen Druckes im Frühjahre 1543 auch unbeanstandet wörtlich in die beiden folgenden Abdrücke über,[38]) zur grofsen Freude der streng katholischen Partei. Daneben finden sich auch anderweite Abweichungen. Im Originalmanuskripte Stehendes wurde unterdrückt, anderes daselbst Durchstrichenes wieder aufgenommen u. dgl. Eine wirkliche Textkritik der 203 Blätter in klein Folio umfassenden Ausgabe war erst nach dem

---

[37]) Man kann fast auf die Seite genau nachweisen, wo dieser Wechsel der Redaktion eingetreten ist.

[38]) „Ad lectorem de hypothesibus huius operis.“

Wiederauffinden von Coppernicus handschriftlichem Exemplare[39]) ermöglicht und ergiebt eine wörtliche Übereinstimmung mit dem Drucke nur für eine einzige Seite, noch dazu eine Tabelle. Die unzähligen Verbesserungen, Zusätze und Streichungen im Manuskripte geben ein Bild von der liebevollen uud eifrigen Beschäftigung des Verfassers mit seinem Lebenswerke. Aufser kleineren Änderungen kann man hauptsächlich drei verschiedene Redaktionen unterscheiden: die der ersten Reinschrift, nach benutzten Beobachtungen aus diesem Jahre nicht vor 1529 zu setzen, mit Einteilung in acht Bücher durch Zerlegung der jetzigen beiden ersten Bücher in je zwei; eine zweite sieben Bücher aufweisend, in welcher Buch III und IV zu dem jetzigen Buche II zusammengezogen sind, und die dritte endgiltige, welche unter Fortlassung des ursprünglich lateinisch übersetzt beigegebenen Pseudo-Lysisbriefes die jetzige sechsteilige Anordnung aufstellt. Die vier letzten Bücher sind im wesentlichen von solchen durchgreifenden Änderungen nicht betroffen worden, wenn sich auch manche seitenlange Umänderungen vorfinden.[40])

Als das erste gedruckte Exemplar der Revolutiones in Frauenburg anlangte, da vermochte der Greis von seinem Krankenlager aus kaum noch das Werk seines Lebens zu erblicken und zu berühren. Wenige Stunden später war er hinübergegangen, so berichtet uns Giese. Über die letzten Lebensjahre des alternden Forschers nach Rheticus' Fortgang ist uns so gut wie nichts überliefert. Allmählich wurde es einsam um ihn her: die alten Genossen waren ins Grab gesunken, und unter dem neuen Geschlechte herrschte ein Geist, der ihm nicht behagte, so zog er sich in sich selber zurück; das läfst wenigstens ein besorgter Brief Gieses an den Domherrn Georg Donner, den damaligen nächsten Freund des Coppernicus, nach dem Empfange der Nachricht von dessen schwerer Erkrankung durch Schlaganfall und Blutsturz Anfang 1543 durchblicken. Donner und der Domvikar Fabian Emmerich mögen, letzterer als ärztlicher Beirat, am Krankenlager des grofsen Denkers gewacht haben, als ihn die Todeskrankheit ergriffen, um ihn nicht wieder loszulassen. So schnell allerdings, wie Gemma Frisius nach Dantiscus' Brief an ihn die Auflösung

[39]) Dasselbe befindet sich in der Majoratsbibliothek der Grafen Nostiz zu Prag. Eine genaue Beschreibung enthält die Thorner Säcularausgabe, für welche es zuerst Verwertung gefunden hat Eine genaue Collation desselben, besorgt behufs Benutzung bei der Saecularausgabe durch M. Curtze in Thorn, ist im Besitze des Coppernicus-Vereins für Wissenschaft und Kunst zu Thorn.

[40]) Man sehe Ausführliches darüber in den Prolegomena der Thorner Saecularausgabe.

erwarten mufste, trat sie nicht ein. Nach Gieses wohl glaubwürdigerer Angabe am 24. Mai, den lässig geführten Kapitelsakten zufolge am 21. Mai, schlossen sich die hellen Augen, die dem Himmel seine Geheimnisse abgelauscht hatten, für immer.

Sein Haus hatte Coppernicus rechtzeitig bestellt. Johannes Lewsze, ein entfernter Verwandter, hatte, wie wir schon wissen, am 7. Mai die Coadjutorie bei ihm angetreten und ward nun sein Nachfolger. Als Erben seines Privatvermögens setzte er die Nachkommen seiner beiden Nichten, der Frau des Königsberger Heerpeukers Stulpawitz und der des Stargarder Kaufmanns Moller ein, wie es mittelbar aus erhaltenen Dokumenten sich ergiebt.

Seit seinen Studienjahren arbeitete der Entschlafene an der immer vollkommeneren, immer zwingenderen, inneren und äufseren Begründung seines Weltsystemes. Nur der Tod hätte ihm ohne die dringenden Bitten seiner Freunde um endliche Veröffentlichung des Werkes die bessernde Feder entrissen; und als er endlich ihren Vorstellungen nachgegeben hatte, da ward ihm kaum noch Frist gegönnt, das erste fertige Exemplar mit schon erlöschendem Auge zu erblicken. So verglich Georg Donner, an welchen Rheticus pietätsvoll, wie an Giese, mehrere der fertigen Drucke zur Verteilung an nähere Freunde des Dahingeschiedenen überwiesen hatte, in seinem Begleitschreiben zu der Sendung eines solchen an Herzog Albrecht treffend die Revolutiones mit dem sagenhaften Gesange des sterbenden Schwanes.[41])

Über die eigentliche Entstehungsgeschichte der genialen neuen Idee, als deren Endergebnis wir das monumentale Werk betrachten müssen, sind wir gröfstenteils auf Vermutungen angewiesen. Stellen ähnlicher Tendenz, wie sie Coppernicus in der Widmung an den Papst erwähnt, in Plutarch und Cicero, zu denen auch die ebenfalls durch Plutarch vermittelte Bekanntschaft mit Aristarch von Samos und dem ungefähr das Tychonische System lehrenden Martianus Capella hinzutreten, wurden von Tausenden gelesen — und unbeachtet gelassen. Kurz vorher vergleicht a. a. O. Coppernicus die geltenden Himmelsmechanismen mit dem Horazischen Schreckbild einer aus allen möglichen für sich allein wohl befriedigenden, aber unzusammenpassenden Teilen gefertigten Gestalt in der „ars poetica". Demnach

---

[41]) „Vnd mochte wol dasselbe D. Nicolai getichte der Swanen Gesenge vorgleichet werdenn, welche Im sterbenn, myt dem szuessen thoen besclissen und auffgebent Ir lebenn."

scheint das philosophisch-künstlerische Bedürfnis nach einfacherer, harmonischerer Erklärung der Naturerscheinungen ihm einen ersten Anstofs zum Beschreiten des zur Wahrheit führenden Weges gegeben zu haben. Über die einzelnen Stationen dieses Weges zur Erkenntnis sind wir nicht unterrichtet. Einzelne Faktoren, wie Beziehungen zu freidenkenden Lehrern und Genossen, haben wir uns bemüht, in ihren möglichen Einwirkungen an gehöriger Stelle hervorzuheben.

Die sechs Bücher seines Werkes enthalten der Reihe nach:

Buch I eine allgemeine Darstellung der gesamten neuen Theorie, wie durch Erdrotation, Revolution und die sogenannte dritte Bewegung zur Erhaltung des Axenparallelismus, welche an Stelle des ihm fehlenden Beharrungsgesetzes als besondere Deklinationsbewegung aufgeführt werden mufste, eine ungezwungene Erklärung der Himmelserscheinungen ermöglicht sei; sowie die Trigonometrie.

Die folgenden Bücher umfassen nähere Ausführungen, und zwar: Buch II die Aufstellung der verschiedenen Coordinatensysteme und Gradnetze; Ortsbestimmungen am Himmel und Erdrotation; Buch III behandelt die Sonne resp. den orbis annuus und das tropische Jahr; Buch IV den Mond; Buch V die Bewegungen der Planeten in der Länge und Buch VI solche in Breite.

Wie wir bereits erwähnten, müssen wir nach der eigenen Erklärung unseres Autors in der Widmung an Paul III., er habe damals, um 1542, schon vier mal neun Jahre die neue Überzeugung in sich getragen, die volle Conception des heliocentrischen Systems ungefähr um 1506 ansetzen. Damit war die neue Wahrheit, die Erkenntnis des planetarischen Charakters der Erde und der relativen Ruhe der Sonne bereits gefunden. Was Coppernicus nachher in der angestrengten Geistesarbeit eines Menschenalters zur Begründung seiner Theorie, soweit es die Übereinstimmung derselben mit den Beobachtungen betraf, in der strengen Ausbildung eines geistreichen Gedankens zu einem festgefügten Lehrgebäude gethan hat, das ist, wie wichtig es auch für die Aufnahme der neuen Lehre in der damaligen Welt wurde, doch jetzt längst überholt und hat nur noch historisches Interesse. Von dem zweiten Fundamentalirrtum der Vorzeit, welche nur gleichförmig zu durchlaufende Kreisbahnen für die Gestirnsbewegung zuliefs, hat er sich nämlich nicht befreien können. So mufste er, statt aus Beobachtungen auf die wahre Bahnform zu schliefsen, umgekehrt bei den Versuchen, die erscheinenden Sternörter mit der a priori angenommenen Voraussetzung in Übereinstimmung zu bringen, die auf der einen Seite glücklich beseitigte Epicykeltheorie zur Er-

klärung der gröfsten Abweichungen vom reinen Kreise wieder einführen, ohne dabei natürlich eine Ahnung von unserer modernen Störungstheorie zu haben; und als er statt auf den wahren Sonnenort die Planetenbahnen auf den mittleren, das Centrum der Erdbahn, bezog, fügte er eine zweite Fehlerquelle hinzu, die seine Resultate nochmals ungünstig beeinflussen mufste. Aber auf dem Fundamente der neuen Wahrheit konnte ein Kepler weiterarbeiten, und so datiert von dem Erscheinen der Revolutiones doch in Wahrheit die neuere Astronomie.

Trennen wir sonach das Dauernde an der Leistung des Verfassers der Revolutiones von den Irrtümern seiner Zeit, so werden wir uns im wesentlichen auf eine Würdigung des ersten Buches beschränken können.

Coppernicus war sich bei der Abfassung seines Werkes der Unmöglichkeit eines strengen Beweises für den jährlichen Umlauf vor Auffindung einer merklichen Fixsternparallaxe klar bewufst. Erst unser nun sich neigendes Jahrhundert hat 1836 mit seinen unendlich feineren Mefswerkzeugen diese letzte Forderung des längst als giltig anerkannten Systems erfüllt. Des Verfassers stetes Betonen der Unermefslichkeit von Fixsternentfernungen gegenüber der Erdbahn zeugt aber für seine Erkenntnis, wie das Fehlen dieses vom Sonnensystem unabhängigen, notwendig folgenden Beweises für die Revolutiones den wundesten Punkt seiner Annahmen bildete. Ebenso konsequent folgerte er die, bei der Kleinheit der lichtstarken Objekte aber unbewaffneten Augen unmerklichen und erst Galileis Fernrohr sich zeigenden Phasengestalten der inneren Planeten, und so wäre ihm Osianders Angriff auf seine Anschauungen in dessen Vorrede zu den Revolutiones wegen der scheinbar konstant bleibenden Lichtstärke der Venus in Konjunktion und Opposition sicher gerade als eine neue Bestätigung derselben erschienen.

Da ihm so die allergewichtigsten Waffen für die Wahrheit, die der direkten sinnlichen Wahrnehmung, entzogen waren, mufste er sich auf Wahrscheinlichkeitsgründe aus der ungezwungeneren Folge der Erscheinungen nach seiner Hypothese stützen.

Die in der Editio princeps und danach auch in den beiden folgenden [42]) unterschlagene schöne Einleitung zum ersten Buche

[42]) Die bis jetzt erschienenen fünf Ausgaben des Coppernicanischen Hauptwerkes haben folgende Titel: I. NICOLAI COPERNICI TORINENSIS DE REVOLVTIONIBVS ORBIum coelestium, Libri VI. . . . . Ἀγεωμέτρητος οὐδεὶς εἰσίτω. Norimbergae apud Joh. Petreium, Anno M.D.XLIII. — II. NICOLAI COPERNICI TORINENSIS DE REVOLVTIONIbus orbium coelestium, Libri VI. . . . . BASILEAE, EX OFFICINA HENRICI PETRINA. ANNO M D.LXVI, MENSE SEPTEMBRI. —

preist die Astronomie als die sich mit den erhabensten Gegenständen beschäftigende exakte Wissenschaft, betont deren bis dahin nicht befriedigend erklärbare Rätsel, und verspricht einen neuen Lösungsversuch auf von dem bisherigen abweichenden Wege.

Im Buche selber wendet Coppernicus sich zunächst zu Untersuchungen über die dem Weltall und den Gestirnen zukommende Gestalt. Aus Analogieschlüssen, philosophischen und, hauptsächlich für die Erde, Erfahrungsgründen findet er dafür die Kugelform. Für ihre Bewegung aber läfst er, ein Kind seiner Zeit, nur die nach seiner philosophischen Betrachtungsweise den vollkommensten Gebilden zukommende, als vollkommenste angesehene gleichförmig zu durchlaufende Kreisbahn zu. Aufser der täglichen Umdrehung müfste man auch alle scheinbar ungleichförmigen Bewegungen der Himmelskörper auf diese einzig angemessen erscheinende zurückführen, was am besten durch in Bezug auf dieselben excentrische Stellung unseres Beobachtungsortes Erde geschehe, vermöge der verschiedenen Gesichtswinkel, unter denen dann gleiche Bogen in verschiedenen Entfernungen erscheinen müssen. Nun kann man alle relativen Ortsänderungen entweder aus einer Bewegung des Beobachteten oder des Beobachters, oder einer ungleichen Beider erklären. Wendet man, statt wie früher die erste, jetzt einmal die zweite Möglichkeit zunächst auf die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes an, so verfällt man auf eine umgekehrt gerichtete tägliche Rotation der Erde. Ganz abgesehen davon, setzt er spitzfindig hinzu, dafs die Erde als mefsbare Gröfse doch trotz der Ruhe des Mittelpunktes bei einer Rotation des gesamten Weltalls um ihn an der Oberfläche mit dieser gleiche, die Wirkung aufhebende Winkelgeschwindigkeit besitzen müfste, könne man doch eher der im Vergleich winzigen Erde eine relativ geringere Drehungsgeschwindigkeit beilegen als dem unermefslichen Weltall eine alle Begriffe übersteigende. Die

---

III. Nicolai Copernici Torinensis Astronomia instavrata, Libris sex comprehensa, qui de Revolutionibus orbium coelestium inscribuntur. Nunc demum post 75 ab obitu authoris annum integritati suae restituta notisque illustrata opera et studio D. Nicolai Mvlerii..... Amstelrodami, Excudebat Wilhelmus Jansonius .... Anno M.D.CXVII. (Letztere ist 1640 in neuer Titelauflage nochmals ausgegeben worden.) — IV. Nicolai Copernici Torinensis De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI. Accedunt G. Joachimi Rhetici Narratio Prima, Cum Copernici Nonnullis Scriptis Minoribus Nunc Primum Collectis Eiusque Vita. Varsaviae, Typis Stanislai Straski. Anno M.D.CCCLIII. — V. Nicolai Copernici Thorunensis De Revolutionibus Orbium Caelestium Libri VI. Ex Auctoris Autographo Recudi Curavit Societas Copernicana Thorunensis. Accedit Georgii Joachimi Rhetici De Libris Revolutionum Narratio Prima. Thoruni, Sumptibus Societatis Copernicanae. MDCCCLXXIII.

Annahme derselben als einer ursprünglichen, dem Wesen des Körpers immanenten erklärt das Fehlen jeder wahrnehmbaren Zerstörungswirkung, und fast alle Einwürfe gegen die Erdrotation gelten in viel höherem Mafse gegen die von deren Urheber angenommene Drehung des Himmels. Die geradlinige Bahn fallender Körper folgt aber aus dem Mitrotieren der nächsten Umgebung der Erdoberfläche. So scheint thatsächlich die neue Annahme bessere Gründe als die geltende für sich zu haben. Läfst man aber einmal eine Erdbewegung zu, was hindert uns die wechselnden Bewegungen der Planeten nicht ebenso einer Bewegung der Erde, als einer solchen jener zuzuschreiben? Dagegen opponieren die Anhänger des Ptolemaios mit dem Falle der Körper, der nur nach dem Weltmittelpunkte gerichtet sein könne. Coppernicus aber fafst die Schwere, ohne übrigens eine Ahnung von der Massenanziehung, dem Gravitationsgesetze, zu haben, als eine jedem Gestirn als solchem zukommende, immanente Kraft auf, vermöge deren es sich zur Kugel ballt, so dafs jeder Weltkörper seine eigene, auf ihn allein wirksame Schwere besitzt. Setzt man nun statt der scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde eine bei der unermefslichen Entfernung der Fixsterne genau dieselben scheinbaren Bewegungen der Sonne hervorrufende Bahn der Erde um diese, dann erklären sich für den, der seine beiden Augen zum Sehen benutzt, die merkwürdigen Erscheinungen der Beschleunigungen, Stillstände und Rückläufe in dem scheinbaren Laufe der Planeten aus dieser Erdbewegung von selber. Die Aufeinanderfolge der Sphären in der Reihe: Fixsterne, Saturn, Jupiter, Mars, sowie die Stellung des Mondes zunächst der Erde lehren alle Astronomen. Über die gegenseitige Anordnung von Sonne, Venus und Merkur aber finden sich Verschiedenheiten. Ptolemaios läfst die Sonne die nach allen Seiten abweichenden Planeten von den sich nur wenig von ihr entfernenden, zuletzt angeführten trennen, leugnet aber trotzdem ihre dann notwendig folgende Phasengestalt und bedenkt auch nicht, dafs der Mond doch wieder überall hin abweicht. Andere setzen, um diesen Schwierigkeiten zu entgehen, die Sonne doch unter dieselben, ohne dann die nur geringen Abweichungen der beiden erklären zu können. Martianus Capella läfst beide um die Sonne, und erst mit dieser um die Erde kreisen. Behält man nun diese Anordnung bei, läfst aber auch die anderen Planeten um die centrale Sonne laufen, und setzt zwischen Venus- und Marsbahn, wo übergenügend Platz ist, Erde und Mond, welcher deren spezieller Trabant ist, gleichfalls nur als Planeten, so ist die Schwierigkeit gehoben. Hierbei lehrt Coppernicus übrigens nicht nochmals ausdrücklich die Phasengestalt von Venus und Merkur auch in seinem

System, obwohl ihre Notwendigkeit aus seinen früheren Darlegungen über entsprechende Anordnungen folgt. Aus dieser Annahme ergeben sich auch ungezwungen die wachsende Gröfse parallaktischer Verschiebungen bei näheren, die wachsende Zahl derselben bei entfernteren Planeten, was eine neue Stütze des Systems bedeutet. Betrachtet man zum Schlufs die entwickelten Bewegungen genauer, so findet sich aufser der Rotation zur Erklärung der täglichen Bewegung des Himmels und der Revolution zur Erklärung der jährlichen Sonnenbahn noch die Annahme einer dritten, rückläufigen jährlichen Deklinationsbewegung nötig, die unserer aus dem Beharrungsgesetz folgenden Erhaltung des Axenparallelismus entspricht, aus welcher eben dieser Parallelismus, bei Coppernicus der Äquatorrichtung, und die ungleiche Länge von Tag und Nacht folgen. Aus der nicht völligen, zeitlichen Übereinstimmung von Revolution und dritter Bewegung verspricht Coppernicus die Präzession der Nachtgleichen und die Änderung in der Schiefe der Ekliptik zu erklären. Nach dem schon oben erwähnten und besprochenen trigonometrischen Abschnitt folgen dann bei Coppernicus Buch II bis VI mit den speziellen Ausführungen.

Auf diese, infolge der falschen Beschränkung auf nur gleichförmige Kreisbahnen notwendig zu Irrtümern führenden Untersuchungen wollen wir bei dem geringen Interesse, dafs sie heute nur noch beanspruchen können, nicht näher eingehen, sondern nur seine Resultate kurz erwähnen [43]) und noch einen speziellen Punkt, die Librationslehre, herausgreifen, wegen ihrer Beziehung zum Wapowskibrief als Coppernicanische Modifikation der Trepidationslehre, und hauptsächlich der auf eine dabei sich findende durchstrichene Stelle sich stützenden Vermutung halber, Coppernicus habe die Elliptizität der Planetenbahnen geahnt. [44]) Wenden wir uns zunächst zu letzterer.

Coppernicus bezeichnet als Libration in der Projektion auf eine zur mittleren Lage senkrechte Ebene geradlinige Schwankungen der Pole um Centriwinkel. Er unterscheidet deren zwei; eine in der Richtung der Senkrechten auf die durch mittlere Axenlage und jeweilige Tangente an die Erdbahn bestimmte Ebene, zur Erklärung der Änderung in der Schiefe der Ekliptik, beziehungsweise des

[43]) Wir benutzen dabei die Darstellung in dem Werke Apelts: Die Reformation der Sternkunde. Ein Beitrag zur Deutschen Kulturgeschichte. Jena, Mauke, 1852.

[44]) Die fragliche Stelle lautet (Lib. III, Kap. IV): „Vocant autem aliqui motum hunc in latitudinem circuli, hoc est dimetientem, cuius tamen periodum et dimensionem a circumcurrere eius deducunt, ut paulo inferius ostendemus. Estque hic obiter animadvertendum, quod, si circuli hg et cf fuerint inequales manentibus caeteris condicionibus, non rectam lineam sed conicam sive cylindricam sectionem describent, quam ellypsin vocant mathematici; sed de his alias.“

Äquators; eine zweite in der so erhaltenen Ebene selbst von halber Dauer und Elongation, zur Erklärung der ungleichmäfsigen Präzession. Beide zusammen lassen, gleichzeitig von dem Mittelwert beginnend, den Pol während der vollen Dauer einer der längeren Schwingungen eine Achterkurve, 8, beschreiben. Diese geradlinigen Bewegungen zerfällt Coppernicus nun wieder in gleichförmige Kreisbewegungen. Er beweist, dafs jeder Punkt eines Kreises vom Durchmesser r, der auf der Innenseite der Peripherie eines Kreises vom Radius r rollt, während eines Umlaufes des kleinen Kreises einen Durchmesser des grofsen vor- und rückwärts durchläuft.[45]) In der so zusammengeschrumpften Hypocycloide wird aber die Geschwindigkeit vom Mittelpunkte nach den beiden Schnittpunkten mit der Peripherie abnehmen, innerhalb der achtförmigen Figur werden also den gröfsten Elongationen die kleinsten, den kleinsten die gröfsten Funktionsänderungen für eine gleiche Zeitdauer zuzuschreiben sein. Die Elongationen in der Ebene der Bahntangente müssen nun notwendig eine Änderung der Knotenlinie zwischen Ekliptik und Äquator zur Folge haben, die entsprechenden Bewegungen des Erdmittelpunktes aber obigen Folgerungen analog ungleichmäfsig schnell verlaufen, und das bewerkstelligt jene „rota fortunae" des Rheticus mit einem Umlaufe von 3434 Jahren, wie es die Beobachtungen der Deklinationsbewegung der Sonne und der Präzession der Nachtgleichen scheinbar seiner Hypothese entsprechend auch für die bezügliche Polbewegung zu verlangen schienen.

Ähnliche Zerfällungen in Kreisbahnen nimmt Coppernicus noch mit anderen geradlinigen Bewegungen vor, so bei Merkur und bei der Erklärung der Breitenbewegungen der Planeten. Läfst man aber die Radiuslänge des rollenden Kreises unter die Hälfte der des gröfseren sinken, behält jedoch unter Preisgabe der dann folgenden Änderungen bei wirklicher Rollung die Winkelgeschwindigkeiten der vorigen Annahme bei, so beschreibt jeder Punkt des kleineren Kreises, wie leicht zu beweisen ist, eine Ellipse. Darauf allein scheint sich, wie Th. Häbler es neuerdings wahrscheinlich gemacht hat,[46]) die oft mifsverstandene gestrichene Stelle im Originalmanuskripte über die Möglichkeit des Auftretens von Ellipsen zu beziehen. Die Untersuchung der wahren Planetenbahnen nach seinen Angaben, was ihm

[45]) Dafs diese Betrachtung schon vor Coppernicus den Arabern bekannt war, aber im Abendlande völlig unbekannt blieb, sehe man in dem Aufsatze M. Curtzes in der Bibliotheca mathematica G. Eneströms IX, S. 33/34: „Noch einmal der De la Hire zugeschriebene Lehrsatz".

[46]) Th. Häbler, Über zwei Stellen in Platons Timaeus und im Hauptwerke von Coppernicus. Abhandlung zum Jahresbericht der Fürsten- und Landesschule zu Grimma 1898. Grimma 1898. S. 18—26.

jedoch nicht eingefallen zu sein scheint, hätte Coppernicus eine Epicycloide, aber niemals einen Kegelschnitt finden lassen.

Über seine Darstellung der jährlichen Kreisbewegung haben wir schon gelegentlich der Narratio prima des Rheticus das Wichtigste angegeben. Ein voller Umlauf in dem die Änderung der Apsidenlinien bewirkenden Kreise hätte 54000 Jahre in Anspruch genommen. Die Sonnenentfernung im Apogäum beträgt nach ihm 1179 Erdhalbmesser.

Zur Darstellung der möglichst von den Wirkungen der jährlichen Parallaxe befreiten Planetenbahnen befolgt er folgende drei Methoden, die wir dem oben genannten Werke Apelts entnehmen.

I. Man beschreibe mit dem dritten Teile der Entfernung zwischen Planeten- und als Weltcentrum dienendem Erdbahnmittelpunkt, dessen eigene Schwankungen man nur bei Venus und Merkur zu beachten habe, einen Epicykel. Den Mittelpunkt desselben lasse man mit der mittleren Geschwindigkeit des Gestirns die mittlere Kreisbahn um das Centrum der Planetenbewegung vollführen. Während dessen beschreibe der Planet selber rechtläufig auf dem Epicykel dieser Bewegung gleiche Winkel, und zwar so, dafs seine gröfste Apside gleich der Summe von mittlerem Bahnradius und Entfernung des Mittelpunktes derselben vom Weltcentrum minus Epicykelradius, die kleinste gleich der Summe beider Kreisradien minus der Entfernung des Weltcentrums von dem der mittleren Planetenbahn wird, also die drei Centra, wie auch bei den folgenden Anordnungen, in diesen extremen Fällen einer Geraden angehören (Excentrepicyclus); oder:

II. Man belasse den Planeten auf dem excentrischen Kreise selbst in gleichförmiger Fortbewegung mit der mittleren Gestirnsgeschwindigkeit, führe aber den Mittelpunkt desselben während eines vollen Umlaufes des Gestirnes zweimal in einem kleinen Kreise vom Radius des vorigen Epicykels um seine ursprüngliche Lage rechtläufig herum, so zwar, dafs die Länge der Apsiden wieder durch dieselben Stücke ebenso wie oben bestimmt wird (Excentri excentrus); oder:

III. Man beschreibe den Bahnkreis um den Weltmittelpunkt (Erdbahncentrum), lasse auf demselben mit der mittleren Gestirnsgeschwindigkeit rechtläufig einen Epicykel von dem Radius $^3/_2$ mal der gewünschten Excentricität, und auf dessen Peripherie mit gleicher Winkelgeschwindigkeit, aber rückläufig, einen zweiten Epicykel von dem Radius $^1/_2$ mal der Excentricität kreisen. Auf diesem zweiten vollende während eines Umlaufes der Epicykel der Planet aber deren zwei. Hier sei die gröfste Apside gleich der Radiensumme von Bahnkreis und gröfserem Epicykel minus Radius des kleineren, die kleinste

gleich Radiensumme von Bahnkreis und kleinerem Epicykel minus Radius des gröfseren (Epicepicyclus).

Alle drei Methoden sind nach Coppernicus im wesentlichen gleich, geben alle drei keine völlig genaue Kreisbewegung für die Planeten, obwohl sie aus solchen zusammengesetzt sind, und machen für einen Beobachter vom jeweiligen Cycloidenmittelpunkte aus den Eindruck der Gleichförmigkeit, worauf es Coppernicus bei seiner Konstruktion hauptsächlich ankam, und was er durch diese merkwürdigen Zerlegungen der Mittelpunktsgleichung auch erreichte.[47])

Nach diesem Verfahren berechnete heliocentrische Örter müssen, für Mars z. B. bis zu einer Maximalgrenze von zwei vollen Graden, irrig ausfallen. Hätte Tycho Brahe an eine Verbesserung desselben in rechnerischer Hinsicht sich gemacht, es wäre nur natürlich gewesen. Dafs aber der grofse beobachtende Astronom den Kern der Lehre, die planetarische Natur der Erde, wieder zu verlassen sich genötigt glaubte, zeigt, wie hoch des Coppernicus auf inneren Gründen fufsende Erkenntnis nicht nur über der seiner Zeit, nein auch über der hervorragenden Geistern der nächsten Folgezeit möglichen stand. Fest aber und unerschüttert war sein Glaube an die neugefundene Wahrheit, das ersehen wir aus Gieses Brief an Rheticus über Osianders Vorrede, ersehen wir aus seiner eigenen Widmung an den Papst:

Wenn er auch für seine Leistung keine Stellung über allgemeiner Kritik beanspruchen dürfe, so habe ihn der stets zu erwartende Spott der urteilslosen Menge über neue, nicht handgreifliche Wahrheiten zu ähnlichen Meinungen geführt, wie sie den weisen Bestimmungen der Pythagoräer über die Lehre nur im engsten Schülerkreise zu Grunde lägen. Infolge der Vorstellungen seiner Freunde hätte er seine Bedenken jedoch schliefslich fallen lassen. Die Uneinigkeit der Astronomen unter sich, und die Disharmonie der Lehre jedes derselben in ihren Einzelheiten habe ihn zu Untersuchungen auf abweichendem, von einigen schon vor ihm betretenem Wege getrieben. Sein neues System erkläre auf Grundlage von Erdeigenbewegungen so viel folgerichtiger und einfacher die Himmelserscheinungen, dafs er sich des Beifalls vorurteilsloser, durch ihre Bildung dazu berechtigter Beurteiler für versichert halte. Um aber der urteilslosen Menge an einem Beispiele zu zeigen, wie wenig er derartige Kritik scheue, wage er es, der überall aufs höchste verehrten Stelle, dem Papste, sein Werk zu widmen. Leute aber, Schwätzer, die ohne mathemati-

[47]) Die näheren Ausführungen sehe man in dem in Anm. 18 erwähnten Werke Apelts.

sche Kenntnisse aus mifsverstandenen Bibelstellen abfällig über ihn urteilen wollten, verachte er als Dummdreiste, nachdem sogar des Kirchenvaters Lactantius aus gleicher, ebenso mifsverstandener Quelle geschöpfte Ansicht von der Scheibengestalt der Erde zu gunsten der Kugelform jetzt allgemein verlassen sei. Solcher Ungebildeter Urteil dürfe Mathematiker in ihrer Meinung über Mathematisches nicht beeinflussen. Aufserdem sei sein Werk der Kirche zur Bestimmung der Festzeiten von grofsem Nutzen; und so übergebe er die Arbeit seiner Nächte der Beurteilung seiner Heiligkeit.

Sollte auch kurzsichtiger Hafs dereinst gerade vom Stuhle Petri aus die neue Hypothese von der Erdbewegung aufs bitterste verfolgen, — gerade der Stellen halber, welche die feste Überzeugung des Autors von der Wahrheit des Systems atmen, ward sein Buch auf den Index gesetzt — vor dem unparteiischen, höheren Richterstuhle der Logik der Thatsachen ist sie aufs glänzendste gerechtfertigt, und heute zweifelt kein Gebildeter mehr an dem vollen Zutreffen der Lehre des Coppernicus.

Die Farbe des Wassers. Eine Frage, die sich jedem denkenden Reisenden immer und immer wieder aufdrängt, ist die nach der Ursache der so verschiedenartigen Färbungen des Wassers, die wir in verschiedenen Teilen des Meeres, in Gebirgsseen und Flüssen zu beobachten Gelegenheit haben. Merkwürdigerweise hat die Wissenschaft erst verhältnismäfsig spät sich auch mit dieser Frage zu beschäftigen begonnen. Zunächst galt es natürlich, die wahre Farbe des reinen Wassers festzustellen. Prof. Spring hat dies dadurch erreicht, dafs er eine weifse Scheibe durch lange, mit destilliertem Wasser gefüllte Röhren betrachtete. Da die Scheibe bei diesen Versuchen rein tiefblau erschien, ist die blaue Farbe, wie übrigens schon Davy erkannt hatte, als Eigenfarbe des Wassers zu bezeichnen, und blaue Gewässer, wie der Ozean, das Blauseeli im Kanderthal oder der Genfer See zeigen durch ihre Färbung nur eine hervorragende Reinheit des in ihnen flutenden Wassers an. Die viel häufiger anzutreffende grüne Farbe der meisten Seen und klaren Flüsse, sowie auch des Meeres in der Nähe seiner Ufer erklärt Spring für eine Mischfarbe, welche durch die Zusammensetzung der blauen Eigenfarbe des Wassers mit einer gelben, von Eisenrostteilchen oder Humusbeimengungen reflektierten Färbung entsteht. Durch besondere Hinzufügung feinsten Schlammes des roten, unter dem Namen Hämatit bekannten, wasserfreien Eisenoxyds kann aber die normale, grüne Farbe des Wassers gewisser Seen unter Umständen so vollständig kompensiert werden, dafs dasselbe gänzlich farblos erscheint, wie es in einzelnen Teilen des Wettern-Sees öfters beobachtet wird. Bei der weiten Verbreitung der Eisenoxyde von verschiedenstem Wassergehalt scheinen Springs durch einwandfreie Versuche gestützte Ansichten thatsächlich den so oft in der Natur beobachteten Farbenwechsel des Wassers recht befriedigend zu erklären.

Neben der Ansicht Springs wird von verschiedenen Gelehrten allerdings auch noch eine andere, zuerst von Soret ausgesprochene Meinung verteidigt. Nach dieser soll die blaue Farbe des Wassers

eine Folge der Reflexion des Lichts an sehr kleinen Trübungskörperchen sein, geradeso wie die blaue Farbe der Luft nach der Theorie von Lord Rayleigh durch die Wirkung kleinster Staubteilchen zustande kommt.*) Geht diese normale Blaufärbung des Wassers in Grün über, so soll dies nach Abegg durch das Vorhandensein gröfserer Partikel bedingt sein, welche die Tiefe, bis zu der das Licht in das Wasser eindringt, vermindern und andererseits nicht in so starkem Mafse bei der Reflexion das blaue Ende des Spektrums vor den übrigen Farben bevorzugen. Als Stütze für diese Theorie führt Abegg unter anderem an, dafs auch auf Meeren von entschieden blauer Färbung das Wasser der obersten Schichten, wenn diese vor dem Hintergrund kleiner, durch die Schiffsbewegung in die Tiefe gerissener Luftbläschen gesehen werden, alle Nuancen des Grün zeigen kann. Diesen Beobachtungen stehen allerdings Professor Springs mit sorgfältig destilliertem Wasser angestellte Versuche entgegen, bei denen die Eigenfarbe des Wassers auch bei einer absorbierenden Schicht von geringer Dicke stets deutlich blau blieb und nur durch Hellblau allmählich in Farblosigkeit überging.

Noch mehrere weitere Momente sind übrigens von Spring und anderen Forschern als wahrscheinlich mitbestimmend für die individuelle Färbung der verschiedenen Gewässer bezeichnet worden, doch gestattet uns der Raum nicht, auf alle diese immerhin etwas unsicheren Möglichkeiten näher einzugehen. Mancherlei Fragen werden auch auf diesem Gebiete erst nach einer vollständigeren chemischen, mikroskopischen und spektralphotometrischen Untersuchung einer gröfseren Reihe von Gewässern mit Sicherheit entschieden werden können.

F. Kbr.

Das grofse Potsdamer Fernrohr sieht nunmehr, nachdem die Teile der von Repsold in Hamburg hergestellten Montierung wohlbehalten auf dem Telegraphenberge angelegt sind, seiner demnächstigen Aufstellung entgegen. Das Fernrohr besitzt eine Länge von 32 Fufs und ist als Doppel-Instrument ausgeführt. Die gröfsere Linse von fast einem Meter Durchmesser ist für photographische Aufnahmen bestimmt, während für visuelle Beobachtung eine Linse von halb so grofsem Durchmesser für ausreichend erachtet worden ist.

---

*) Vgl. „Himmel und Erde“, Band VII, Seite 128.

Gletscherwirkung. Die interessante Abbildung einer muldenförmigen Gletschererosion, die wir unseren Lesern hier vorführen, ist einem Bericht des Prof. Bailey über die geologischen Arbeiten in der canadischen Provinz Neu-Schottland entnommen. Wir sehen



Eine durch Gletscherwirkung ausgehöhlte Mulde in cambrischen Felsen an der Küste Neu-Schottlands.

auf diesem Bilde in überaus plastischer Weise, wie das sich vorwärtsschiebende Gletschereis sein felsiges Bett bearbeitet hat. Bekanntlich verdanken wir den zahlreichen Gletscherzungen der nordischen Küsten wenn nicht, wie Tyndall meinte, die Entstehung, so doch die Erhaltung der unzähligen Fjorde, die das Entzücken jedes Nordlandreisenden hervorrufen.

Entdeckung eines neunten Saturnmondes. Durch die Tageblätter lief Mitte März die telegraphische Nachricht, dafs E. C. Pickering auf photographischen, in Arequipa aufgenommenen Platten einen neunten, sehr lichtschwachen und vom Hauptplaneten beträchtlich weit entfernten Saturnmond entdeckt habe. Sobald hierüber nähere Nachrichten vorliegen werden, gedenken wir selbstverständlich auf diese höchst interessante Entdeckung zurückzukommen.

Durstige Schmetterlinge.

Saugende Mundteile sind bekanntlich eines der wichtigsten Kennzeichen der Schmetterlinge, jenes so überaus munteren, zierlichen und farbenprächtigen, Flur und Feld belebenden, in Wald und Heide sich tummelnden Insektenvölkchens. Ihnen ist von Natur aus der beneidenswerte Vorzug zum Erbe geworden, von Blume zu Blume flattern zu dürfen, nur der beglückenden Liebe zu leben und selbst da, wo der Egoismus dieser flirtenden Gaukler zurücktritt, die Rolle von Liebesboten zwischen den duftenden, im Hochzeitsgewande prangenden Blüten zu spielen, wofür ihnen als süfser Lohn Honigseim und köstlicher Nektar zufliefst, welchen sie wie Schlemmer und Feinschmecker behaglich schlürfen. Die Schmetterlinge sind also thatsächlich nur zur Wonne — und zum Trinken geboren. Um so merkwürdiger sind daher die Beobachtungen einer ganzen Reihe sorgfältiger Forscher, welche berichten, dafs manche dieser Feinschmecker zeitweise ihrer süfsen Gewohnheit entsagen und einen unsäglichen Durst entwickeln, welchen sie höchst prosaisch durch den Genufs unglaublicher Mengen — sage und schreibe — reinen Wassers zu löschen suchen, eine Thatsache, welche neuerdings von J. W. Tutt zum Gegenstand einer wissenschaftlichen Arbeit gemacht worden ist.

Es ist schon lange bekannt, dafs man hin und wieder, besonders wenn nach heftigen Regenschauern der Sonnenschein wieder erglänzt, an Regenpfützen oder Wasserrändern scharenweise gewisse Schmetterlinge antrifft, die dort stundenlang Wasser trinken, welches sie geradezu durch ihren Leib laufen lassen. Tutt beobachtete dieses Durstlöschen bei Tag- und bei Nachtschmetterlingen. Unter anderen sah er einen unserer zierlichsten blauen Schmetterlinge, Lycaena damon, über eine Stunde unbeweglich sitzen und Trinkbewegungen ausführen, während welcher dem Tiere beständig Wasser aus dem Hinterleibe wieder austrat. Eine ganz ähnliche Beobachtung machte Dukinbield Jones an dem schönen Schmetterling Panthera apardalaria. Auch dieser pumpte durch seinen Saugrüssel unaufhörlich Wasser in seinen

Leib und liefs es, fast wie es von Münchhausens hinterleibslosem Pferde erzählt wird, hinten wieder abfliefsen. In einer halben Stunde schied der Schmetterling 50 Tropfen wieder aus, also nahezu in jeder Minute 2 derselben. In drei Stunden war die von dem durstigen Schmetterlinge aufgesogene Wassermenge etwa 200 mal so grofs als der Leib des Tieres.

Ähnliches berichtet R. Baron von dem auf Madagaskar häufig anzutreffenden Tagfalter Papilio Orizabus, der etwa 10 cm Flügelspannung besitzt. Baron sah eines Morgens ein Exemplar auf einer Sandbank ununterbrochen Wasser saugen. Von Zeit zu Zeit spritzte das Tier das Wasser hinten wieder von sich, schliefslich etwa 30 Tropfen in der Minute. Als Baron seine Beobachtung an dem ganz auf seine Thätigkeit versessenen Schmetterling abbrach, sah er in unmittelbarer Nähe, auf kaum einem Quadratfufs Fläche vertheilt, noch 16 andere Tiere der gleichen Art bei derselben absonderlichen Trinkarbeit.

Übrigens ist es eine sonderbare Erscheinung, dafs, wie Niceville und Bates angegeben haben — und Tutt bestätigt dies —, die innere Spülung fast ausschliefslich von männlichen Schmetterlingen vorgenommen wird. Ob die weiblichen Tiere solcher Irrigation nicht bedürfen? Die Frage ist offen, ebenso wie die nach dem Zweck und der Ursache des ungezähmten Durstlöschens seitens der Männchen. C. M.

Ein Mammutfund in Klondyke.

Das Mammut darf wohl als der interessanteste tierische Fossilrest aus der Diluvialperiode bezeichnet werden, nicht nur wegen der gewaltigen Gröfse des Tieres, welche diejenige des indischen Elefanten erheblich übertrifft, auch nicht wegen der mächtigen, bis 7 m langen und bis 80 kg schweren Stofszähne, die jener Vorläufer der jetzt lebenden Riesendickhäuter im Oberkiefer trug, sondern weil es wiederholt geglückt ist, wohl erhaltene, fast unversehrte Exemplare im ewigen Eise der arktischen Polargebiete eingebettet anzutreffen. Der älteste Fund dieser Art soll in das Jahr 1700 gefallen sein, doch sind uns Einzelheiten darüber nicht überliefert. Viel bekannter sind die Einzelheiten des fast 100 Jahre später geglückten sibirischen Fundes. Im Jahre 1799 entdeckte nämlich ein Tunguse ein solches Ungeheuer im Eis der Lena-Mündung eingewachsen. Das Fleisch des Tieres war bekanntlich noch so wohl erhalten, dafs es von den Tungusenhunden mit Wohlbehagen verzehrt wurde. Der Gelehrte Adams war dann später so glücklich, den stark zerstörten Kadaver des Tieres im Jahre 1806 an seiner Fundstätte untersuchen zu können. Es fanden

sich noch ein Auge, ein Ohr, Haut und Knochen mit ihren Sehnen vor. Die Haut war mit steifen, schwarzen Grannen- und weichen rötlichen Wollhaaren bekleidet. Am Halse bildeten die Haare eine lange Mähne. Der Kopf des über 3 m hohen Tieres wog ohne Stofszähne etwa 200 kg. Das Skelett wurde in das Petersburger Museum übergeführt.

Seit jenem Funde sind wiederholt Mammutreste in Nordsibirien und im Polargebiet Amerikas, besonders im Gebiet der Escholtz-Bai und auf manchen Inseln des nördlichen Eismeeres angetroffen worden. Jetzt, genau 100 Jahre nach dem wichtigen sibirischen Funde, kommt die interessante Nachricht eines ähnlichen Ereignisses aus dem Klondyke-Gebiet zu uns, und wenn die vom San Francisco Chronicle am 16. März d. J. gebrachte Nachricht sich in allen Punkten bewahrheitet, so ist die neue Entdeckung eines Mammutkadavers von höchstem wissenschaftlichen Werte.

Nach den über Vancouver am 8. Februar eingegangenen Nachrichten aus Dawson ist am Dominion Creek im Klondyke-Gebiete ein 30 Tonnen schweres Mammut mit noch efsbarem, süfslich schmeckendem Fleische von einem Schweden Namens August Trulson und seinem Grubenteilhaber aufgefunden worden. Sie stiefsen auf die Mumie in einer Tiefe von etwa 40 Fufs. Das Riesentier dürfte bei einem Gletscherrutsch umgekommen und vor mehr als 25000 Jahren in sein Grab geraten sein, um nun den neugierigen Blicken der Modernen von Klondyke als Schaustück zu dienen. Das Tier soll vollkommen erhalten sein, ist aber leider noch von keiner wissenschaftlich zuverlässigen Person untersucht worden. Nach den Angaben der Dawson-Zeitung mafs es 44 Fufs 6 Zoll Höhe, sein rechter Stofszahn war abgebrochen, der linke unversehrt. Er mifst 14 Fufs 3 Zoll Länge und hat einen Umfang von 38 Zoll. Die Haut ist mit 15 Zoll langem, wolligem, grauschwarzem Haar bedeckt. Das näherungsweise gewogene Hinterviertel des Tieres wiegt etwa 4320 kg. Der Hals ist kurz, die Beine sind lang und kräftig, die Füfse kurz und breit und fünfzehig.

Es wäre sehr bedauerlich, wenn der Fund keinem Gelehrten Gelegenheit zu sorgfältigen Aufnahmen bieten sollte. C. M.

Ingeniöse Verwendung verflüssigter Gase. Sobald eine neue Erfindung auf irgend einem Gebiete gemacht ist, sehen wir ihr in unseren Tagen in der Regel die technischen Nutzanwendungen unmittelbar auf dem Fufse folgen. So dürfte vielleicht mancher gemeint haben, dafs die vor kurzem dem bekannten Physiker Dewar gelungene Darstellung flüssigen Wasserstoffs zwar ein Triumph des alle Schwierig-

keiten überwindenden wissenschaftlichen Scharfsinns, aber doch wohl ein Erfolg sei, der für die Praxis weiter keine Bedeutung erlangen könnte. Wie falsch eine solche, etwas voreilige Schlufsweise in unserer Zeit ist, hat Dewar selbst durch eine wegen ihrer Einfachheit frappierende, höchst nützliche Verwendung des flüssigen Wasserstoffs gezeigt. Da Wasserstoff unter allen Gasen — von Helium abgesehen — der Verflüssigung die meisten Schwierigkeiten bereitet, so gestattet er andererseits auch, noch bedeutend höhere Kältegrade zu erzielen, als mit Hilfe flüssiger Luft möglich ist. So wie daher Chlor in kochender Luftflüssigkeit zu einem festen Körper erstarrt, läfst sich auch Luft in kochendem, flüssigem Wasserstoff ohne Druck zur Erstarrung bringen. Dewar kam darum auf den Gedanken, die jetzt zum Zwecke der Röntgen-Versuche so viel begehrten, aber bisher nur auf mühsamem und zeitraubendem Wege herstellbaren Vakuum-Röhren ganz einfach durch partielles Eintauchen einer zugeschmolzenen, noch mit Luft erfüllten Röhre in flüssigen Wasserstoff zu evakuieren. Der Versuch gelang glänzend. Nach wenig mehr als einer einzigen Minute hatte sich alle Luft in gefrorenem Zustande im eingetauchten Ende der Röhre angesammelt und, nachdem der obere Teil nun schnell abgeschmolzen worden, war das Vakuum des abgeschmolzenen Teils ein so vollkommenes, dafs der elektrische Funken nur bei Erwärmung der Röhre hindurchzuschlagen vermochte, der Druck mufste demnach auf weniger als eine Milliontel-Atmosphäre gesunken sein. — Es steht zu erwarten, dafs eine auf dieses Verfahren gegründete, fabrikmäfsige Herstellung von Röntgen-Röhren diese bislang bekanntlich noch recht kostbaren Spender der X-Strahlen wesentlich billiger in den Handel zu bringen gestatten wird. F. Kbr.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für Juni und Juli.

Der Sternhimmel. Während Juni und Juli ist der Anblick des Himmels um Mitternacht der folgende: Zur Kulmination gelangen die Sternbilder des Herkules, Ophiuchus, Schützen, der Schlange und Leyer, später der Adler, Gans und Fuchs; im Aufgange sind Wassermann, kleines Pferd, Pegasus, im Juli die Fische, in der Morgendämmerung Walfisch und Stier; im Untergehen befinden sich der grofse Löwe und Jungfrau. Regulus verschwindet vor Mitternacht, im Juli vor 11 ^{h} abends, Spica (Jungfrau) geht jetzt schon nach Mitternacht, im Juli vor 11 ^{h} unter, später folgt Bootes (Arctur gegen 5 ^{h} resp. $^1/_2 3^h$ morgens). Skorpion und Adler sind bereits abends sichtbar, Antares (α Scorpii) geht vor 8 ^{h} auf. Der Stier (Aldebaran) ist erst um 4 ^{h} morgens, später gegen 2 ^{h} zu sehen. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtstunde:

1. Juni	η Herculis	(3. Gr.)	(AR. 16 h 39 m,	D. + 39° 7')	
8. „	α Herculis	(3. Gr.)	17 10	+ 14 30	
15. „	ι Herculis	(3. Gr.)	17 37	+ 46 3	
22. „	72 Ophiuchi	(3. Gr.)	18 3	+ 9 33	
29. „	α Lyrae	(1. Gr.)	18 33	+ 38 41	
1. Juli	ε Lyrae	(4. Gr.)	18 41	+ 39 34	
8. „	π Sagittarii	(3. Gr.)	19 4	— 21 11	
15. „	ϑ Cygni	(4. Gr.)	19 34	+ 49 59	
22. „	ϑ Aquilae	(3. Gr.)	20 6	— 1 7	
29. „	ε Delphini	(4. Gr.)	20 28	+ 10 58	

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind aufser den bekannten U Coronae und δ Librae vom Algoltypus folgende:

S Virginis	(Max. 7. Gr.)	(AR 13 h 28 m	D. — 6° 40')	26. Juni
R Bootis	(„ 7. „)	14 33	+ 27 11	6. Juni
Y Ophiuchi	(„ 6.—7. „)	17 47	— 6 7	kurze Periode
X Delphini	(„ 8. „)	20 50	+ 17 14	6. Juli
R Vulpeculae	(„ 8. „)	21 0	+ 23 25	1. Juli
V Cassiopejae	(„ 8. „)	23 7	+ 59 8	21. Juli

Aufserdem die Sterne vom Algoltypus U Ophiuchi (AR 17 h 11 m, D + 1° 19', Helligkeit 6.—6,7. Gr.) und Y Cygni (AR 20 h 48 m, D + 34° 17', Helligkeit 7.—8. Gr.) Gut zu sehen sind von gröfseren Nebelflecken der Ringnebel in der Leyer, der Omeganebel im Schützen, der Dumbbell-Nebel im Fuchs.

Die Planeten. Merkur ist Anfang Juni in der Morgendämmerung sichtbar, kommt am 13. Juni in die Sonnennähe und wird im Juli, wo er am 27. in seine Sonnenferne gelangt, nach Sonnenuntergang einige Zeit bemerkbar. — Venus ist Morgenstern und läuft mit schneller Bewegung vom Widder durch den Stier bis in die Zwillinge; am 6. Juli geht sie etwa $^{3}/_{4}$ Grad nördlich vom Neptun vorüber. Ende Juli ist sie auch am Abendhimmel sichtbar. — Mars geht am Tage auf und im Juni um Mitternacht unter, Anfang Juli vor 11 h abends, Ende Juli vor 10 h. Er läuft aus der Nähe von Regulus durch das Sternbild des grofsen Löwen südöstlich. — Jupiter wird kürzere Zeit sichtbar, Anfang Juni noch bis 2 h morgens, im Juli bis vor Mitternacht, Ende Juli bis nach 10 h abends. Er bewegt sich im Sternbild der Jungfrau ostwärts von Spica hin. — Saturn kommt am 11. Juni in Opposition mit der Sonne, geht am Tage auf und bleibt Anfang Juli bis nach 2 h morgens sichtbar, Ende Juli bis nach Mitternacht. Er befindet sich im südlichen Teil des Ophiuchus und bewegt sich westwärts. — Uranus steht nördlich von α Scorpii und ist Anfangs Juni noch bis 3 h morgens sichtbar, Ende Juli nur mehr bis $^{1}/_{2}$ 12 h abends. — Neptun in der Nähe von ζ Tauri (3. Gr.) ist abends nur noch kurze Zeit verfolgbar und wird bald besser am Morgenhimmel, Ende Juli um 1 h morgens, sichtbar.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt	Austritt
25. Juni	f Sagittarii	5. Gr.	2 h 24 m morgens	3 h 25 m morgens
28. „	$\varkappa$ Aquarii	5. „	2 5 „	3 14 „
29. „	$\varkappa$ Piscium	5. „	0 19 „	1 14 „

Mond. Berliner Zeit.

Neumond	am 8. Juni		—	—
Erstes Viert.	„ 16. „	Aufgang	0 h 16 m mittags,	Unterg. 11 h 47 m abends
Vollmond	„ 23. „	„	8 31 abends,	„ 4 24 morg.
Letztes Viert.	„ 30. „	„	11 23 „	„ mittags

Neumond	am 7. Juli		—		—	
Erstes Viert.	„ 16. „	Aufgang	1 h 36 m	nachm., Unterg.	10 h 49 m	abends
Vollmond	„ 22. „	„	7 41	abends, „	4 46	morg.
Letztes Viert.	„ 29. „	„	10 17	„ „	1 16	nachm.

Erdnähen: 25. Juni, 23. Juli; Erdfernen: 13. Juni, 10. Juli.

Sonnenfinsternis am 8. Juni morgens. Dieselbe ist partiell und hauptsächlich in Nordeuropa, Nordasien und dem nördlichen Polargebiete sichtbar. Für Berlin erfolgt der

Eintritt 5 h 42 m morgens
Austritt 6 40 „

Die Gröfse der Verfinsterung beträgt nur 1,4 Zoll; in nördlicherer Gegend wird die Phase etwas bedeutender sein.

Mondfinsternis am 23 Juni. Die Verfinsterung ist total, aber in Deutschland nicht sichtbar. Das Sichtbarkeitsgebiet der Finsternis fällt hauptsächlich zwischen Australien und Afrika, in den indischen Ocean.

Sonne.

	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag	Zeitgleichung	Sonnenaufg. f. Berlin	Sonnenunterg. f. Berlin
1. Juni	4 h 38 m 51.8 s	— 2 m 25.9 s	3 h 47 m	8 h 10 m
8. „	5 6 27.7	— 1 13.8	3 41	8 17
15. „	5 34 3 6	+ 0 11.5	3 39	8 22
22. „	6 1 39.5	+ 1 41.7	3 39	8 24
29. „	6 29 15.4	+ 3 9.4	3 42	8 24
1. Juli	6 37 8.5	+ 3 33.1	3 43	8 24
8. „	7 4 44.4	+ 4 47.5	3 49	8 20
15. „	7 32 20.3	+ 5 42.7	3 57	8 14
22. „	7 59 56.2	+ 6 12.7	4 6	8 5
29. „	8 27 32.1	+ 6 14.9	4 16	7 55



Brückner, Ed.: Die feste Erdrinde und ihre Formen. Ein Abrifs der allgemeinen Geologie und Morphologie der Erdoberfläche. Wien und Leipzig, F. Tempsky, 1897. XII u. 368 S. mit 182 Abbildungen im Text.

Elf Jahre sind seit dem Erscheinen der vierten Auflage der Allgemeinen Erdkunde von Hann, Hochstetter und Pokorny verstrichen, deren zweite Abteilung das vorliegende Werk bildet, elf Jahre wissenschaftlichen Fortschrittes. Nicht gering zu achten war daher die Aufgabe, das Werk des hochverdienten Geologen F. v. Hochstetter möglichst im Sinne seines verstorbenen ersten Verfassers dem vervollkommneten Standpunkte der geologischen Wissenschaft und gleichzeitig in erhöhtem Mafse den Bedürfnissen des Geographen anzupassen, und nicht leicht hätte sich zur Lösung dieser Aufgabe ein ge-

eigneterer Bearbeiter finden lassen als der Geograph Ed. Brückner. Inzwischen war auch, zur weiteren Erschwerung der Aufgabe, die Neubearbeitung von Neumayrs „Erdgeschichte“ und Pencks umfassende „Morphologie der Erdoberfläche“ erschienen, und es galt nun, dem im Werden begriffenen Werke neben diesen beiden eine unabhängige und zugleich vermittelnde Stellung zu sichern. So trat an die Stelle der anfangs geplanten Neubearbeitung ein in Anlage und Ausführung völlig neues Werk, das mit dem früheren nicht einmal den Namen gemeinsam hat.

Dem Zweck des Werkes entsprechend, in erster Linie ein Handbuch für den Geographen zu sein, wird zunächst die Erdrinde nach ihrer Zusammensetzung, dem Gesteinsmaterial, der Lagerung und der Geschichte der Gesteine, ganz kurz behandelt, so kurz, dafs sich die Frage aufdrängt, ob es nicht vielleicht zweckmäfsiger gewesen wäre, diesen geologischen Abschnitt aus dem Lehrbuche der Morphologie ganz auszuscheiden und in einem besonderen Teile der Allgemeinen Erdkunde seiner Bedeutung entsprechend zu behandeln. Die übergrofse Kürze, das Streben, den Umfang des Werkes nicht zu vergröfsern und daher möglichst viel auf engstem Raum zusammenzudrängen, macht sich überhaupt mehrfach störend bemerkbar und hat wohl auch die bedauerliche Vermeidung aller Litteraturnachweise veranlafst. Recht schmerzlich empfindet man auch oft des Verfassers Sparsamkeit mit dem Raume, wenn er bei noch nicht ganz aufgeklärten Verhältnissen dem Leser die Freiheit des eigenen Urteils wahren will und deshalb mehrere, aber oft leider nicht genügend, verschiedene Anschauungen nebeneinander darstellt. Doch kann dieser Mangel neben den vielen Vorzügen des Werkes seinen Wert und seine hohe Bedeutung nicht verringern.

Recht ausführlich und anschaulich werden in dem zweiten, gröfsten Abschnitte des Werkes die Vorgänge geschildert, welche an der Ausgestaltung der Erdoberfläche arbeiten, die Wirkungen also, die die Erdoberfläche zuerst als Modellblock schufen und ihn dann zu dem heutigen Bilde umgestalteten. Der Leser gewinnt einen Einblick in die Anschauungen über die Temperaturverhältnisse der Erdrinde und den Zustand des Erdinnern; er lernt die Magmabewegungen oder den Vulkanismus, die Erdbeben, die Strandverschiebungen und endlich die älteren Krustenbewegungen der Erdrinde, die Gebirgsbildung im weiteren Sinne, kennen. Übersichtlich schildert der Verfasser sodann die auf äufsere Kräfte zurückzuführende Ausgestaltung des Erdantlitzes, die Grundwasser- und Quellenverhältnisse, die Veränderung der Erdrinde durch Verwitterung, Abstürze und Abspülung und endlich die Einwirkungen des Windes, des fliefsenden Wassers, des Eises und des Meeres in ihrer Bedeutung für die Abtragung und Neubildung des festen Erdbodens.

Den dritten Abschnitt endlich bildet die eingehende Schilderung der verschiedenen Formen der Erdrinde nach ihren Eigenschaften und der Entstehung. Die Meeresküsten, der Meeresboden, die Inseln und die verschiedenen Landschaftsformen des Festlandes, die Ebenen, Berge und Thäler, entstehen hier in typischen Beispielen vor dem Leser, vielfach durch gute, teilweise ganz neue Abbildungen veranschaulicht, die ihn, und das ist auch wohl die Absicht des Verfassers, häufig durch Nichtbefriedigung seines Wunsches nach weiteren Beispielen zu eigenem Nachdenken, zu morphologischem Anschauen der Natur veranlassen. G. M.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.





Hörnerblitzableiter.
(System Siemens & Halske.)

Himmel und Erde

Das Glühen der festen Körper.

Von **Prof. Dr. Scheiner** in Potsdam.

Es ist eine leicht verständliche Thatsache, dafs gerade die alltäglichen Erscheinungen auf dem Gebiete der Physik häufig noch am wenigsten durchforscht sind. Gerade weil der Mensch von Kindheit an sie kennt, kommt er nicht zum genaueren Nachdenken über dieselben, sondern begnügt sich mit oberflächlicher Betrachtung. Um nur an ein klassisches Beispiel zu erinnern, sei des Gravitationsgesetzes gedacht. Wie lange ist die Menschheit gedankenlos über den Fall der Körper hinweggegangen, ehe sie zur Erkenntnis gelangte, dafs das Fallen eines seiner Unterlage beraubten Körpers nicht etwas selbstverständliches, sondern die Folge eines allgemeinen Naturgesetzes ist.

Etwas ähnliches läfst sich auch in betreff des Glühens der Körper sagen: Die allgemein bekannte Thatsache, dafs es einer gewissen hohen Temperatur bedarf, um einen Körper zum Leuchten zu bringen, umschliefst eine Reihe erst seit verhältnismäfsig sehr kurzer Zeit erkannter Phänomene, deren Darlegung im Folgenden versucht werden soll.

In zwei in dieser Zeitschrift publizierten Aufsätzen über den Kirchhoffschen Satz und über die Temperatur der Sonne habe ich mehrfach Gelegenheit genommen, die beim Glühen auftretenden äufseren Erscheinungen und ihren Zusammenhang mit dem Emissions- und Absorptionsvermögen ausführlich klarzulegen, so dafs dies hier als bekannt vorausgesetzt werden kann.

Der erste Physiker, der sich überhaupt mit den Lichterscheinungen, welche mit dem Glühen verbunden sind, beschäftigt hat, war der Amerikaner J. Draper, der in den vierziger Jahren das nach ihm benannte

Gesetz fand, dafs alle Körper bei derselben Temperatur von etwa 525^0 zu leuchten beginnen. Bei dieser Temperatur zeigen die Körper zuerst ein schwaches rotes Licht, welches bei steigender Temperatur allmählich in Orange und schliefslich in Weifs übergeht. Es werden mit anderen Worten zuerst die roten Strahlen, also diejenigen von grofser Wellenlänge sichtbar, allmählich gesellen sich zu diesen die kürzeren Wellen des Gelb, Grün, Blau und endlich des Violett, die dann alle zusammen den Eindruck des Weifs erzeugen. Wir haben a. a. Orte gesehen, dafs diese Erscheinungsfolge im Einklang mit dem Kirchhoffschen Satze steht, und dafs sich aus letzterem das Drapersche Gesetz ableiten läfst.

Das einfache Drapersche Gesetz erfährt nun einige Modifikationen, die darin begründet sind, dafs die von einem Körper ausgehende Strahlung zwar etwas objektiv und reell Bestehendes ist, nicht aber die damit verbundenen Lichterscheinungen, da Licht nur ein subjektiver Begriff ist, eine durch die Strahlung im Auge und Gehirn veranlafste Reizerscheinung, die als solche ganz besonderen physiologischen Gesetzen unterliegt, die ihrerseits mit den Glühvorgängen nichts zu thun haben.

Um einen Körper sehen zu können, mufs die von ihm ausgehende Strahlung zwei Bedingungen erfüllen: 1. Sie mufs Strahlen von einer zwischen dem äufsersten Rot und dem äufsersten Violett gelegenen Farbe enthalten; die Wellenlänge dieser Strahlen mufs also innerhalb des Gebietes von 800 bis 400 Millionsteln eines Millimeters liegen. 2. Die Intensität dieser die erste Bedingung erfüllenden Strahlen mufs so grofs sein, dafs die „Reizschwelle“ oder „Empfindungsschwelle“ des Auges überschritten wird. Unser Auge ist nicht unendlich fein empfindlich. Strahlen unterhalb einer gewissen Intensität existieren für das Auge nicht, sie üben keinen Reiz auf dasselbe aus, sie liegen unterhalb der Reizschwelle. Die Reizschwelle selbst ist aber nun nicht etwas fest Gegebenes, sie liegt für verschiedene Menschen verschieden und verändert sich beim einzelnen Individuum fortwährend je nach der Stärke der Lichtreize, welche das Auge bereits erhalten hat. In ersterer Beziehung braucht ja nur an die Farbenblinden erinnert zu werden, bei deren Augen die Empfindungsschwelle für gewisse Strahlengattungen aufserordentlich viel höher liegt als bei normalen Augen, in letzterer nur an die bekannte Thatsache, dafs jemand, der vom hellen Sonnenschein draufsen in ein verdunkeltes Zimmer tritt, zunächst gar nichts sieht, während er nach einer Viertelstunde alle Einzelheiten erkennen, ja sogar vielleicht

Druckschrift lesen kann. Infolge der starken Überreizung des Auges im hellen Tageslicht lag für ihn die Empfindungsschwelle so hoch, dafs die geringe Strahlung im Zimmer für sein Auge nicht existierte; während der gründlichen Ruhe des Auges im Zimmer sank sie immer tiefer hinunter, so dafs die Strahlungsintensität nunmehr zur Wahrnehmung ausreichte.

Aus dieser Physiologie des Sehens geht hervor, dafs eine experimentelle Untersuchung über das Drapersche Gesetz subjektiv beeinflufst wird. Soll z. B. der genaue Temperaturwert des Beginnens des Glühens festgestellt werden, so werden verschiedene Beobachter zweifellos zu, wenn auch nur wenig, verschiedenen Zahlen gelangen. Ein wirklich Farbenblinder, dessen Augen für Rot sehr unempfindlich sind, wird für die Glühtemperatur einen sehr viel höheren Betrag finden als ein Farbentüchtiger. Es werden sich ferner Unterschiede herausstellen, je nachdem der Beobachter in einem nur stark verdunkelten Zimmer oder unter gänzlichem Lichtabschlufs arbeitet, und schliefslich mufs sich eine Abhängigkeit der gefundenen Zahlen von der Zeit herausstellen, welche der Beobachter vor Beginn der Untersuchungen bereits im Dunklen zugebracht hat, also eine Abhängigkeit von der Dauer der Augenruhe. Übrigens sind es nicht blos Lichtreizungen, welche die Lage der Empfindungsschwelle beeinflussen; so wirkt z. B. ein etwas übermäfsiger Alkoholgenufs ähnlich wie starkes Licht stark vermindernd auf die Augenempfindlichkeit.

Eine ganz exakte Prüfung des Hauptteils des Draperschen Gesetzes, dafs die Glühtemperatur für alle Körper dieselbe ist, mufs also unter sonst gleichen Umständen zweifelsohne zu einer Nichtbestätigung dieses Gesetzes führen, und zwar wegen des verschiedenen Emissionsvermögens der verschiedenen Körper. Es braucht hier nur wieder an das schon oft zitierte Beispiel von den in der gleichen Flamme glühenden Teilchen von Platin und Glas erinnert zu werden. Die Emission des durchsichtigen Glases ist so gering, dafs die Intensität der Strahlung bei der für Platin geltenden Glühtemperatur unterhalb der Reizschwelle liegt; man würde den Beginn des Glühens beim Glase erst bei einer weit höheren Temperatur als beim Platin feststellen können. Das Emissionsvermögen der verschiedenen Metalle ist ebenfalls nicht das gleiche; auch hier wird man also Unterschiede finden, wenn auch nicht so starke, wie bei der Vergleichung zwischen Metall und Glas.

Es ergiebt sich aus alledem die Notwendigkeit, das Drapersche Gesetz anders auszudrücken, so dafs es geläutert von subjektiven Empfindungen erscheint; es darf demnach das Wort „Glühen“, das eine

Gesichtswahrnehmung in sich schliefst, gar nicht mehr darin vorkommen. Es hätte dann in viel allgemeinerer Fassung zu lauten: Alle Körper beginnen bei derselben Temperatur eine bestimmte Strahlungsart auszusenden.

Experimentell wird sich dieses modifizierte Drapersche Gesetz kaum auf seine Richtigkeit prüfen lassen, denn man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, sich etwa durch die Benutzung der Photographie von den eben geschilderten subjektiven Einflüssen frei machen zu können. Auch für die photographische Platte existiert im übertragenen Sinne eine Reizschwelle, so dafs die Abhängigkeit vom Emissionsvermögen bestehen bleibt, und auch diese Reizschwelle ist „subjektiven" Unterschieden bei den verschiedenen Plattensorten unterworfen.

Diese Betrachtungen sind den Physikern natürlich schon lange bekannt gewesen, insbesondere hat niemals jemand daran gezweifelt, dafs wirklich, den Beobachtungen Drapers entsprechend, die ersten Lichterscheinungen beim Glühen im äufsersten Rot beginnen und sich dann allmählich über das ganze Spektrum verbreiten. Um so berechtigter war das Erstaunen des Physikers H. F. Weber, der im Jahre 1886 die Draperschen Beobachtungen wiederholte, als dieselben zu vollständig anderen Resultaten führten. Weber hatte die Versuche zu rein technischen Zwecken unternommen; er wollte erforschen, welcher Zusammenhang zwischen der Helligkeit von elektrischen Glühlampen und dem Arbeitsverbrauche des benutzten elektrischen Stromes besteht. Er führte diese Versuche nachts im gänzlich dunklen Zimmer aus, also bei völlig ausgeruhtem Auge, während Draper nicht so sorgfältig experimentiert hatte, weshalb ihm auch die Weberschen Beobachtungen entgangen waren. Weber fand, dafs die erste Lichtentwickelung gar nicht mit der Rotglut beginnt, sondern dafs der Kohlenfaden schon vorher ein eigentümlich düster-graues Licht aussendet, welches im Gegensatze zum gewöhnlichen Leuchten unstät und flackernd erscheint und deshalb von ihm auch als „gespenstergrau" bezeichnet wird. Weber läfst es unentschieden, ob dieses Unstäte durch etwaige geringe Schwankungen in der Temperatur des Kohlenfadens entsteht oder in der Ermüdung der Augen bei der mit der Beobachtung des grauen Lichtes verbundenen Anstrengung begründet ist.

Wurde durch Vermehrung der Stromzufuhr die Temperatur des Fadens gesteigert, so wurde das graue Licht zunächst heller, ohne seinen Charakter zu verlieren, bis es allmählich in ein Gelblichgrau

überging. Bei weiterer Erhöhung der Temperatur zeigte sich dann plötzlich der erste Schimmer eines ungemein lichten Feuerrot, und in demselben Moment verschwand alles Unstäte des Leuchtens. Das Feuerrot ging dann weiter in Hellrot u. s. w. bis zum Weifs über, entsprechend den bisher bekannten Thatsachen.

Die spektroskopische Untersuchung des grauen Lichtes lehrte, dafs dasselbe einen grau erscheinenden Streifen im gelbgrünen Teile des Spektrums lieferte, der bei steigender Temperatur unter Beibehaltung der grauen bis gelbgrauen Färbung sich nach beiden Seiten des Spektrums ausbreitete. Im Momente, wo dem blofsen Auge der erste hellrote Schimmer erschien, trat im Spektroskope neben dem grauen Streifen ein heller Streifen im Rot auf; auf der anderen Seite entwickelten sich gleichzeitig die blauen und später auch die violetten Strahlen.

Weber schlofs nun aus diesen interessanten Beobachtungen, dafs das Drapersche Gesetz in Bezug auf die Farben selbst unrichtig sei, und dafs an Stelle desselben der folgende Satz zu setzen sei:

Das Spektrum entwickelt sich bei steigender Temperatur nicht einseitig in der Richtung von Rot nach Violett, sondern von einem in der Mitte gelegenen schmalen Streifen aus gleichmäfsig nach beiden Seiten. Weber schliefst weiter hieraus, dafs die in der Mitte gelegene Strahlungsgattung deswegen dem Auge am frühesten sichtbar werde, weil sie einem Maximum der Energie entspreche und daher zuerst den Schwellenwert übersteige. Der Webersche Satz entspricht dem Augenscheine der Beobachtung, er ist also unbedingt richtig, wenn man ihn nur im physiologischen Sinne auffafst und ihn etwa mit den Worten einleitet: „Das Auge sieht die Entwickelung des Spektrums in folgender Art“, und nun käme der Webersche Satz. Weber selbst ist aber weiter gegangen, er hat ihn physikalisch aufgefafst, wie aus der Bemerkung über das Intensitätsmaximum der Strahlung hervorgeht. Unmittelbar nach dem Erscheinen der interessanten Weberschen Beobachtungen sind dieselben von Stenger in vollem Mafse bestätigt worden; gleichzeitig wies letzterer aber auch das Fehlerhafte der physikalischen Auffassung derselben nach. Das Energiemaximum der Strahlung liegt nicht im Grün, sondern im Ultrarot; wenn das Auge aber zuerst das Grün empfindet, so kann das nicht mit der Intensität der Strahlung zusammenhängen, sondern nur mit einer Eigentümlichkeit des Auges, und die Ursache der seltsamen Erscheinung der Grauglut kann nur auf dem Gebiete der physiologischen Optik gesucht werden.

In der That ist nun schon lange eine Eigentümlichkeit des Auges unter dem Namen des Purkinjeschen Phänomens bekannt, die unmittelbar zur Deutung der Weberschen Beobachtungen herangezogen werden kann. In einem lichtstarken Spektrum erscheint das Maximum der Helligkeit im Gelb, etwa in der Nähe der Natriumlinien; bei abnehmender Helligkeit verschiebt sich dieses Maximum immer mehr nach dem brechbareren Teile des Spektrums hin, bis es schliefslich beim Verschwinden im grünblauen Teile, etwa in der Gegend der Wasserstofflinie F liegt, also genau da, wo der Sitz der Grauglut ist. Die Folgen des Purkinjeschen Phänomens lassen sich mit Hülfe eines Spektralphotometers sehr leicht zeigen. Blendet man aus den kontinuierlichen Spektren eines solchen Apparates einen roten und einen grünblauen Streifen heraus und macht beide für das Auge des Beobachters gleich hell, so erscheint beim Herabsetzen der Intensität die grüne Linie sofort viel heller als die rote, und wenn letztere schon ganz verschwunden ist, leuchtet erstere noch kräftig. Um beide Linien gleichzeitig zum Verschwinden zu bringen, mufs man die Intensität des roten Streifens um das 10- bis 30fache, unter Umständen um das 100fache steigern. Hiernach ist ohne weiteres klar, dafs, auch wenn dem Draperschen Satze entsprechend, in Wirklichkeit bei zunehmender Temperatur der Beginn der Strahlung von Rot aus ansetzt, doch das Grün zuerst sichtbar wird, weil eben bei schwachem Lichte die Reizschwelle des Auges für Grün viel tiefer liegt als für Rot. Damit ist aber noch nicht erklärt, weshalb das erste sichtbare Grün den Eindruck des Grau macht, und weshalb dieses Grau so eigentümlich unstät ist, so gespensterähnlich erscheint.

Auch hierfür ist seit kurzem eine sehr plausible Erklärung gefunden worden, und zwar von dem Berliner Physiker Lummer, der sich seinerseits auf eine wesentlich von v. Kries aufgestellte Theorie des Sehens stützt. Die Übergangsstelle zwischen den Schwingungen des Äthers bei der Strahlung und der Lichtempfindung befindet sich bekanntlich in der Retina des Auges, in welcher die Fasern des Sehnervs enden. Als letzte Elemente der Nervenfasern in dieser äufserst kompliziert gebauten Schicht sind die „Stäbchen“ und „Zapfen“ zu bezeichnen, innerhalb welcher die Reizung der Nervensubstanz durch die Ätherbewegung stattfinden mufs. Das Auge kann aber nicht blofs zwischen hell und dunkel unterscheiden, sondern es empfindet auch die Unterschiede in der Länge der Wellen der Strahlung und empfindet dieselben spezifisch als Farbenunterschiede. Bei der Farbenempfindung scheint nun der sogenannte Sehpurpur, eine im Zustande

der Augenruhe rot gefärbte Flüssigkeit in den Nervenelementen, eine wichtige Rolle zu spielen. Bei längerer Lichtreizung des Auges zersetzt sich der Sehpurpur in Sehgelb, welches eine gänzlich andere Absorption erzeugt als ersterer. Es ist in diesem Gebiete noch manches dunkel, doch kann man wohl mit grofser Sicherheit behaupten, dafs der Sehpurpur zur Farbenempfindung notwendig ist, dafs also Netzhautelemente, welche diesen Farbstoff nicht enthalten, auch nicht geeignet sind, Farben oder wenigstens nicht alle Farben zu empfinden. Nun ist der Sehpurpur nur in den Zapfen enthalten, nicht aber in den Stäbchen; v. Kries nimmt daher an, dafs erstere den Farbenapparat des Auges darstellen, letztere aber nur die verschiedenen Stufen der Helligkeit von Weifs durch Grau hindurch bis Schwarz empfinden, sobald nämlich die Spektralfarben in richtiger Weise vereinigt sind. Die v. Kriessche Theorie besagt nun, dafs die beiden verschiedenen Sehapparate im Auge, der farbenempfindliche und der farbenblinde, mit einander in einen gewissen Wettstreit treten, und zwar in der Art, dafs bei guter Helligkeit der erstere stets überwiegt, dafs aber bei sehr schwachem Lichte der letztere noch zu empfinden vermag, während für den Farbenapparat die Reizschwelle schon höher liegt, er also blind ist. Daraus würde folgen, dafs die schwächsten Lichteindrücke stets farblos, also grau erscheinen müssen. Wie man sieht, ist hiermit schon der Übergang zu den Weberschen Beobachtungen gegeben; nach dem Vorgange Lummers kann man aber auch noch einen Schritt weitergehen.

Stäbchen und Zapfen sind gleichzeitig in der ganzen Netzhaut enthalten mit Ausnahme einer einzigen kleinen Stelle, der sogenannten Sehgrube, welche zum exakten Sehen besonders geeignet ist und daher stets unbewufst mit Hülfe der Augenbewegungen auf den Punkt gerichtet ist, welchen man gerade betrachten will. Diese Sehgrube enthält nur die Stäbchen, ist also einer Grau- oder Weifsempfindung nur bei gemischtem farbigen Lichte fähig. Beobachtet man nun im Dunklen einen Körper, dessen Temperatur allmählich gesteigert wird, so wird nach Lummer folgendes eintreten müssen. Ist eine gewisse Temperatur (etwa 400°) erreicht, so werden die Stäbchen auf der ganzen Netzhaut erregt, im Gehirn entsteht die Empfindung farbloser Helligkeit: Die Grauglut; bei steigender Temperatur steigt zunächst nur die Helligkeit der Grauempfindung. Da die Zapfen noch nicht erregt sind, so kommt von der Sehgrube überhaupt noch keine Lichtmeldung zum Gehirn; es liegt also der eigentümliche Zustand vor, dafs nur die Netzhautstellen, welche für gewöhnlich nur zum indirekten Sehen

benutzt werden, Licht empfinden; man sieht also etwas, was man nicht anblickt, und macht nun unwillkürlich die gewohnte Augenbewegung, um die lichterzeugende Stelle mit der Netzhautgrube zu sehen; dieses Bestreben bleibt aber natürlich fruchtlos, und daher resultiert das Zitternde und Unstäte der Grauglut. Die Erscheinung hört erst auf, wenn bei weiterer Temperatursteigerung endlich auch die Zapfen in der Empfindung des Rot erregt werden, und nun vor allem die Sehgrube mit ihrem direkten Sehen in die gewohnte Thätigkeit tritt.

Aus dem Vorstehenden dürfte klar hervorgehen, dafs zwischen dem Auftreten einer einfachen Erscheinung und dem Erkennen derselben zuweilen ein komplizierter Weg liegen kann, und dafs für den Physiker allmählich das Studium der Physiologie, wenigstens der Physiologie der Sinnesorgane zur Notwendigkeit wird.

Die Erhaltungsweise der vorweltlichen Lebewesen.

Von Dr. K. **Keilhack** in Berlin.

Zum unentbehrlichsten Rüstzeuge der modernen Geologie gehört die Paläontologie, die Lehre von den ausgestorbenen tierischen und pflanzlichen Lebewesen, die uns in den verschiedenen Schichten der Erdrinde erhalten sind. Ihr Studium ist es im wesentlichen, welches eine Gliederung der Gesteine und die Einführung einer Chronologie ermöglicht hat. In früheren Zeiten verstand man unter einem „Fossil“, entsprechend der wörtlichen Bedeutung des Namens, jeden anorganischen Stoff, der aus der Erde gewonnen wurde, also Gesteine und Mineralien. Heute dagegen ist der Begriff auf die Reste von tierischen und pflanzlichen Lebewesen beschränkt, und zwar ist es vollkommen gleichgültig, ob sich dieselben in den ältesten oder jüngsten Schichten unserer Erde finden, ob sie von grofsen Dimensionen oder von mikroskopischer Winzigkeit sind, ob sie dem Tier- oder Pflanzenreiche angehören, ob sie einen vollständigen Organismus oder nur den Bruchteil eines solchen darstellen. Aber nicht nur Teile von tierischen oder pflanzlichen Körpern begreift man unter dem Namen „Fossil“, sondern auch alle indirekten Zeugnisse ihrer ehemaligen Anwesenheit. In diesem Sinne ist ein Fossil die Spur, welche schreitende Säugetiere, Vögel oder Amphibien mit ihren Füfsen dem weichen Schlammboden eingedrückt haben, und die Eindrücke, welche niedere Tiere, Schnecken, Krebse, Würmer beim Hinkriechen über den Boden des Gewässers, in welchem sie lebten, hinterlassen haben; Fossilien sind ferner die Löcher, die Bohrmuscheln in treibenden Hölzern oder in den festen Gesteinen der Küste eingebohrt haben. Ebenso müssen wir die Bohrgänge, welche die Larven von Käfern in Hölzern, diejenigen von anderen Insektengattungen in den Blättern einer untergegangenen Vegetation ausgenagt haben, als Fossilien ansehen, und nicht minder gehören unter diese Rubrik die kegelförmig zugespitzten Hölzer, welche die Biber zu ihren Bauten verwendeten, und die Öffnungen in Früchten, welche uns anzeigen, dafs Nagetiere oder

Rüsselkäfer sich dereinst an ihrem süfsen Kern gelabt haben. Mit untrüglichster Sicherheit können heute aus allen diesen Spuren Schlüsse auf die ehemalige Existenz der Tiere gezogen werden, welche diese verschiedenartigen Wirkungen erzeugt haben. Auch die sogenannten Koprolithen gehören hierher, die in Stein verwandelten und oftmals in grofsen Mengen uns aufbewahrten Exkremente, die uns durch ihre Form sogar Schlüsse auf die Konstruktion und den Bau der Eingeweide ihrer Erzeuger gestatten.

Wenn wir uns fragen, was von ehemaligen Lebewesen überhaupt auf unsere Zeit kommen konnte, und wenn wir dabei zunächst die Tierwelt betrachten, so ist als Satz von allgemeinster Gültigkeit auszusprechen, dafs die eigentlichen Weichteile der Körper fast in allen Fällen der vollständigen Vernichtung durch Verwesung und totale Zersetzung anheim gefallen sind. Aber schon dieser erste Satz erfährt eine Ausnahme von recht beträchtlichem Umfange: Wie wir heute tierische Körper dadurch lange konservieren können, dafs wir sie dauernd niedrigen Temperaturen aussetzen und dadurch die Einwirkung der Fäulnisbakterien abhalten, so hat auch die Natur grofse Mengen von tierischen Leichnamen in gewaltigen natürlichen Eisverpackungen aufbewahrt. Grofse Teile des asiatischen Kontinents in den nördlichen Gebieten von Sibirien sind infolge der aufserordentlich niedrigen, unter Null liegenden Jahrestemperatur bis auf grofse Tiefen herab dauernd gefroren, und nur die oberste Schicht vermag während der kurzen Sommerzeit aufzutauen, während in wenigen Metern Tiefe der Eisboden durch Jahrtausende unverändert geblieben ist. In diesem Eisboden aber stecken die Kadaver einer Tierwelt, die während der Eiszeit jene Gebiete und auch unser Vaterland belebte, und durch die konservierende Wirkung der Kälte sind diese Leichen in der vollendetsten Weise mit Haut und Haaren erhalten geblieben. Als im vorigen Jahrhundert russische Forscher zuerst an den Ufern der Lena und des Jenissei die riesigen Kadaver von Elefanten und Nashörnern entdeckten, waren sie erstaunt, dieselben in einem solchen Zustande der Frische zu finden, dafs das Fleisch dieser Tiere, die Tausende von Jahren vorher gelebt hatten, noch den Hunden als Nahrung gereicht werden konnte. Es wird berichtet, dafs diese ersten Entdecker aus wissenschaftlichem Interesse sich eine Bouillon aus Mammutfleisch bereiteten, deren Wohlgeschmack vielleicht nicht über jeden Zweifel erhaben war. In den letzten 100 Jahren sind zu wiederholten Malen mehr oder weniger vollständige Leichen neu aufgefunden worden, und im zoologischen Museum der Akademie der

Wissenschaften in St. Petersburg befinden sich unter Glas hervorragende Prachtstücke dieser Art. So sieht man dort einen mit Haut und Haaren bedeckten Schädel des wollhaarigen Rhinozeros, in welchem selbst die Augen natürlich erhalten sind. Man kann den ungeheuren Fufs des Mammut und die starke, mit dicker, langer, rotbrauner Mähne bedecke Haut dieser Tiere bewundern. Selbst der Mageninhalt war noch erhalten und liefs erkennen, dafs jenen mächtigen Geschöpfen die Zweige von Koniferen und anderen Bäumen als Nahrung dienten.

Nicht sowohl in natürlicher, vollkommener Erhaltung, als vielmehr in gewissen Umrifslinien angedeutet findet man auch von anderen Tieren noch die Weichteile in verschiedenen Formationen. So sind in dem aufserordentlich feinkörnigen Kalkschlamme, der nach seiner Erhärtung die berühmten lithographischen Schiefer von Solenhofen geliefert hat, die weichen Körper von Medusen und die zu den Kopffüfslern gehörenden Körper der Belemniten, Tiere des oberen Jura, stellenweise durch hauchdünne, wohl umrandete Linien angedeutet. Das prachtvollste Beispiel einer Erhaltung organischer Körper in allen Umrifsformen aber bieten die zu hunderttausenden bekannten Einschlüsse von Insekten und anderen Tieren im Bernstein. Wenn man einen solchen Einschlufs eines Insekts sieht, wenn man wahrnimmt, wie unter dem Mikroskop noch die feinste Struktur der Flügel und das winzigste Härchen an den einzelnen Körperteilen der Beobachtung zugänglich sind, so könnte man zu dem Schlusse kommen, dafs in dem prächtigen Material die Tiere noch als solche erhalten wären. Wenn man aber ein solches Bernsteinstück in einem Lösungsmittel auflöst, in der Erwartung, dadurch den Einschlufs freizulegen, so sieht man sich getäuscht. Diese Einschlüsse sind vielmehr nur bis in die feinsten Details erhaltene Hohlräume, aus denen die Körpersubstanz selbst durch Oxydation und diffusives Entweichen der gasförmigen Zersetzungsprodukte vollständig verschwunden ist. Es sind aber nicht nur Insekten und Spinnentiere der Oligozänzeit, die im Bernstein in unseren Museen eine Art Wiederauferstehung feiern, sondern als allerdings seltene Funde hat man darin auch Reste von höheren Tieren beobachten können. So existieren Stücke, in welchen Federn von Vögeln und Haare von Säugetieren sich finden, und als ein Unikum ist in einem Bernsteinstücke ein kleines Reptil vollständig auf unsere Tage gekommen.

Eine andere Substanz, die ebenfalls ganz vortrefflich zur Erhaltung aufserordentlich zarter organischer Teile sich eignet, ist die Kieselsäure. In der ursprünglich gallertartigen Substanz, die alsdann

zu einem kalzedonartigen Mineral erhärtete, sind gelegentlich hineingelangte organische Reste gleichfalls bis in alle Einzelheiten des mikroskopischen Details erhalten, und man kann z. B. noch die einzelnen Borstenhärchen an dem Körper von kleinen Krebschen erkennen, die selbst die Gröfse eines Stecknadelkopfes kaum überschreiten. Ein anderer Fall der Erhaltung von Körperumrissen, und zwar diesmal von sehr grofsen Tieren, ist erst in den letzten Jahren aus Süddeutschland bekannt geworden. In den sogenannten Posidonienschiefern im unteren Lias Schwabens finden sich bekanntlich in wunderbarer Erhaltung die vollständigen Skelette zahlreicher Saurier jener Zeit. Auf einzelnen solcher Platten konnte Professor E. Fraas aus Stuttgart eine um das Skelett herum verlaufende dünne schwarze Linie erkennen, die den letzten Rest der zerstörten Weichteile jener Tiere darstellt, und es ist mit Hülfe dieser Kohlenhäutchen möglich gewesen, die Körperform des häufigsten jener Saurier, des bekannten Ichthyosaurus, zu rekonstruieren, wobei es sich ergab, dafs die Rückenlinie mit mehreren grofsen flossenartigen Lappen geschmückt ist.

Wenn man aber von diesen immerhin seltenen Ausnahmen absieht, so kann man sagen, dafs es ganz ausschliefslich die Hartgebilde der Körper sind, die in den Schichten der Erde in mehr oder weniger verändertem Zustande aufbewahrt wurden, also die äufseren und inneren Skelettteile der Wirbeltiere und die kalkigen oder kieseligen Absonderungen, die den Körpern der niederen Tiere als Wohnung oder als Stützorgane dienten. Dazu kommt dann noch in gewissen Fällen die Chitinsubstanz, die besonders im Reich der Insekten und Krebse, aber auch in manchen Gruppen niedriger stehender Tiere eine bedeutende Rolle spielt. In Bezug auf diese Hartgebilde nun sind im wesentlichen zwei verschiedene Erhaltungsarten zu unterscheiden: entweder ist die anorganische Substanz dieselbe geblieben, wie sie zu Lebzeiten des Tieres von demselben gebildet wurde, oder die ursprüngliche Substanz ist verschwunden und in mehr oder weniger vollkommener Weise durch eine chemisch anders beschaffene ersetzt worden. Der erst genannte Fall ist der häufigere im Reich der Wirbeltiere. Ihre Hartgebilde sind in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk zusammengesetzt und behalten diese Zusammensetzung auch im fossilen Zustande in den meisten Fällen bei. Wenn, wie dies meist der Fall ist, die Knochen in kalkhaltigen Gesteinen eingebettet sind, so findet durch die im Gestein zirkulierenden Wasser in den meisten Fällen noch eine Zufuhr der gleichen Substanz in die

feinen, ursprünglich von organischer Materie erfüllten Hohlräume der Knochen statt; die letzteren werden dann mehr oder weniger ausgefüllt, der Knochen selbst wird widerstandsfähiger und zugleich gegenüber dem Knochen des lebenden Tieres spezifisch schwerer, und man kann dann mit Hülfe dieser Merkmale in zweifelhaften Fällen, besonders wenn es sich um Funde in sehr jugendlichen Ablagerungen handelt, oftmals noch nachträglich entscheiden, ob man es mit einem Vorkommen von gleichem Alter mit der Schicht zu thun hat, oder mit Knochen, die in späterer Zeit durch irgend einen Zufall (Gräber, verscharrte Kadaver von Tieren) hineingelangt sind. Auch die Kalkgerüste der Konchylien, Korallen und Echinodermen sind in den meisten Fällen als Kalksubstanz erhalten; nur beobachtet man hierbei in vielen Fällen, dafs die Kalkmasse einen Umkrystallisierungsprozefs durchgemacht hat, so dafs die Substanz dann eine auffällige Spaltbarkeit nach dem Hauptrhomboeder des Kalkspats besitzt. Ganz besonders häufig tritt dieser Fall bei den Resten der Stachelhäuter, also bei fossilen Seeigeln, Seesternen und Seelilien ein; auch tritt hier, genau wie bei den Knochen der Wirbeltiere, eine Ausfüllungsmasse in die in den Schalen vorhandenen kleinen Hohlräume, die ursprünglich zur Aufnahme von Nerven oder anderen Organen dienten, ein, so dafs das Fossil massiver und spezifisch schwerer wird, als der entsprechende Körper des lebenden Tieres war. Am meisten besitzen die Fähigkeit, die ursprüngliche chemische Zusammensetzung durch unendliche Zeiträume hindurch unverändert zu bewahren, natürlich diejenigen Hartgebilde von Tieren, die nicht aus dem leicht löslichen und darum leicht chemischen Umwandelungen unterworfenen kohlensauren Kalke, sondern aus der chemisch sehr viel widerstandsfähigeren Kieselsäure aufgebaut wurden. Es sind besonders einige Gruppen niedrig stehender Tiere, die im lebenden Zustande sich ein Körpergerüst aus diesem Stoffe ausbauen, nämlich die Schwämme, die Radiolarien und einige Arten von Foraminiferen. Die oftmals aufserordentlich mannigfach und zierlich gestalteten Kieselnädelchen der Schwämme und die Schälchen der meist mikroskopisch kleinen Radiolarien sind gewöhnlich so gut erhalten, dafs man sie auf chemischem Wege aus dem einbettenden Kalkstein auslösen und der direkten mikroskopischen Untersuchung zugänglich machen kann.

In gar vielen Fällen aber ist die ursprüngliche Substanz der Hartgebilde in ihrer chemischen Zusammensetzung grofsen Wandelungen unterworfen gewesen. Der kohlensaure Kalk erfuhr besonders in kalkarmen Schichten eine Auflösung; da dieser Stoff bekannt-

lich in kohlensäurehaltigem Wasser einen ziemlichen Grad von Löslichkeit besitzt, so wurde in dem Gestein an der Stelle des ursprünglichen Fossils allmählich ein Hohlraum geschaffen, und wenn Gewässer, welche andere chemische Stoffe in Lösung enthalten, solche Hohlräume zu passieren hatten, so konnte in denselben eine Ablagerung dieser gelösten Salze erfolgen, die gewöhnlich zu einer vollständigen Ausfüllung des Hohlraumes mit der neuen Substanz führte. Diese Ersatzstoffe, in denen uns heute derartig veränderte Fossilien begegnen, sind ziemlich mannigfacher Art: am häufigsten tritt wieder die Kieselsäure an die Stelle des Kalkes, und wir sprechen in einem solchen Falle von verkieselten Schalresten. Sind solche verkieselten Fossilien in kalkigen Gesteinen eingebettet, so ist es möglich, durch Auflösung des einschliefsenden Gesteins in Salzsäure die dieser Säure gegenüber sich unlöslich verhaltenden kieseligen Substanzen zu isolieren und damit die Versteinerung frei vom einschliefsenden Gestein zu gewinnen. In der heutigen Paläontologie spielt eine derartige Gewinnung von verkieselten Petrefakten aus kalkigen Gesteinen eine bedeutende Rolle und hat bereits hervorragende wissenschaftliche Resultate in ihrem Gefolge gehabt. Besonders in Schweden und Finland werden ganze Wagenladungen von Kalksteinen in grofsen Bottichen mit verdünnter Salzsäure bis zur vollständigen Auflösung des Kalkes behandelt, und man kann dann aus dem Lösungsrückstande viele Kieselfossilien in mehr oder weniger vollständigem Zustande herauslesen.

Ein anderer Stoff, der in dieser Weise als Ersatz des kohlensauren Kalkes eintreten kann, ist das Doppelschwefeleisen, der Schwefelkies. Besonders in kalkarmem, thonigem Gestein sind bisweilen die sämtlichen organischen Reste in schönen, gelben Schwefelkies umgewandelt, und solche Schalen heben sich auf das prächtigste von dem dunklen, sie einschliefsenden Gestein ab. Im rheinischen Unterdevon findet sich bei dem Orte Bundenbach ein derartiger Schieferhorizont, in welchem in grofsem Mafsstabe Schiefer gewonnen wird, und bei diesen Steinbruchsarbeiten werden zahlreiche Platten gefunden, in denen solche verkieselten organischen Reste auftreten, die immer im Innern einer Schieferplatte liegen. Entfernt man durch mühevolles Herauspräparieren mit Nadeln und kleinen Meifselchen die bergende Schieferhülle, so kann man die prachtvollsten Seelilien, Seesterne, Orthoceren und andere bis in die feinsten Details der Schalenskulptur erhaltene Geschöpfe gewinnen. Auch in den Thonen der Juraformation sind bisweilen die sämtlichen organischen Reste

einer Schicht in Schwefelkies umgewandelt, und besonders die Ammoniten dieser Örtlichkeiten, die sich z. B. in Schwaben vielfach finden, gewähren durch die Schönheit ihrer Farbe und die schöne Erhaltung der feinsten Skulpturformen einen ganz prächtigen Anblick. Wieder in anderen Fällen ist Spateisenstein und in noch anderen, allerdings ziemlich seltenen Fällen Flufsspat als Versteinerungsmittel an die Stelle des kohlensauren Kalkes getreten. Ein recht häufiges Versteinerungsmittel ist ferner der phosphorsaure Kalk, der als Phosphorit eine technisch so bedeutsame Rolle spielt. Besonders die Exkremente von Fischen und Sauriern sind in der Kreide- und Juraformation vielfach in Phosphorite umgewandelt, und es werden in Laienkreisen deswegen die Phosphorite fälschlich in ihrer Gesamtheit als Koprolithen bezeichnet. In sehr eisenreichen Gesteinen, besonders in Kalksteinen, die den Umwandlungsprozefs in Roteisenstein und Brauneisenstein durchgemacht haben, sind auch die Kalkschalen der organischen Einschlüsse in das gleiche Eisenerz umgewandelt worden und werden dann mit schöner tiefrotbrauner Farbe auf den Bruchflächen des Gesteins sichtbar. Bei den meisten Konchylien besteht die Schale ursprünglich aus kohlensaurem Kalk, welcher in mineralogischer und krystallographischer Beziehung nicht Kalkspat, sondern Arragonit, d. h. ein rhombisch krystallisierender kohlensaurer Kalk ist. Diese Schalen haben in den meisten Fällen einen molekularen Umlagerungsprozefs durchgemacht, durch welchen der rhombische Arragonit in den rhomboedrischen, gewöhnlichen Kalkspat verwandelt worden ist. Mit diesen Fällen dürften die verschiedenen Umwandlungsprozesse der Kalkschalen erschöpft sein.

Wenn der Ersatz der ursprünglichen Substanz durch die neu hinzugeführte schrittweise erfolgte, so dafs für jedes in Lösung gehende Molekül der Ersatz sofort sich einstellte, blieb der anatomische Bau des organischen Restes bis in die feinsten Einzelheiten hinein erhalten. Wurde der tierische Körper aber erst vollständig aufgelöst, also ein Steinkern erzeugt und der Hohlraum desselben erst in irgend einer späteren Zeit ausgefüllt, so kann natürlich von Erhaltung von Zellen und Ähnlichem nicht die Rede sein.

In den bisher besprochenen Fällen treten uns die Fossilien körperlich entgegen, und wir sehen an dem organischen Reste die Aufsenseite des ursprünglichen Hartgebildes. Wenn aber die Substanz des Körpers der chemischen Auflösung anheimgefallen und kein anderer Stoff als Ersatz an seine Stelle getreten ist, so bleibt in dem Gestein ein Hohlraum übrig, und wir haben es dann mit einer Form

der Erhaltung zu thun, die man als Steinkern bezeichnet. Es sind zwei verschiedene Möglichkeiten denkbar: entweder war der organische Rest unmittelbar nach seiner Einbettung in allen seinen Hohlräumen mit einer Substanz erfüllt, die mit der des einschliefsenden Gesteins übereinstimmt, oder er war, was besonders bei zweischaligen Muscheln, bei Brachiopoden und bei rings geschlossenen Körpern, wie Seeigeln und Seelilien, vorkommt, bei der Einbettung widerstandsfähig gegen das Eindringen von Gesteinssubstanz. Im ersteren Falle bleibt nach Auflösung der Kalksubstanz im Gestein ein Hohlraum übrig, in dessen Mitte sich ein Ausgufs des Innern der Schale findet, während im zweiten Falle der entstandene Hohlraum eines solchen inneren Kernes ermangelt. In beiden Fällen giebt die Wandung des Hohlraumes ein Spiegelbild von dem ursprünglichen Aussehen der Schale. Dornen und Fortsätze an Schneckenschalen ziehen sich in Gestalt von röhrenförmigen Hohlräumen in die Gesteinsmasse hinein, und es ist möglich, durch Ausgiefsen eines Hohlraumes und nachherige Entfernung des denselben umschliefsenden Gesteins einen Abgufs zu gewinnen, der mit dem ursprünglichen organischen Reste in Bezug auf Oberflächenskulptur vollkommen übereinstimmt. Vermag man auch die Ausfüllungsmasse der ursprünglichen Höhlung des Fossils aus solchem Abgufs auf mechanischem oder chemischem Wege zu beseitigen, so hat man ein vollkommen getreues Bild des organischen Restes, wie es zu Lebzeiten des betreffenden Tieres war. Der günstigere der beiden Fälle ist derjenige, in welchem auch die Innenskulptur des betreffenden Körpers uns in Form eines Ausgusses erhalten geblieben ist, da man an demselben sehr viele sonst der Beobachtung nicht zugängliche Details, wie z. B. die Muskelansätze, die Spiralbänder bei den Brachiopoden und die Mundwerkzeuge bei den Seeigeln, studieren kann. Eine ganz besondere Abart der Steinkerne entsteht dann, wenn ein vollständig die Stelle des ehemaligen Fossils ersetzender Hohlraum ohne innere Schalenausfüllung nachher wieder durch neu hinzutretende Substanz ausgefüllt ist. In diesem Falle kann man aus dem Gestein ein genaues Abbild des ursprünglichen Restes gewinnen, welcher die Aufsenskulptur desselben besitzt, im Innern aber vollkommen homogen ist. Einen solchen Steinkern bezeichnet man aus diesem Grunde als einen Skulptursteinkern.

Aufserordentlich verschieden von demjenigen der tierischen Lebewesen ist in den meisten Fällen der Erhaltungszustand von pflanzlichen Resten. Bei ihnen kann man zwei Hauptgruppen unterscheiden: in dem einen Falle ist die organische Substanz erhalten und hat nur

einen mehr oder weniger intensiven Verkohlungsprozefs durchgemacht, durch welchen das Zellengewebe der Pflanze in Braunkohle oder Steinkohle umgewandelt ist. Es sind besonders die Hölzer, die in dieser Weise uns in grofsen Mengen in fossilem Zustande begegnen. Je jünger das betreffende Holz ist, um so weniger weit ist der Verkohlungsprozefs vorgeschritten, um so mehr ähnelt es in seiner Beschaffenheit demjenigen der lebenden Pflanze, und es ist bekannt, dafs man z. B. bei den in der Braunkohlenformation vorkommenden Koniferenhölzern eine so vorzüglich erhaltene Holzstruktur findet, dafs man dieses Holz unter Anwendung gewisser Vorsichtsmafsregeln wie lebendes Holz zu Furnieren und anderen Arbeiten verwenden kann. Gerade in Koniferenhölzern tritt dann die Maserung des Holzes auf polierten Schnitten in vorzüglicher Schönheit und Deutlichkeit in die Erscheinung, und die schönen warmen Farbentöne dieser Hölzer verleihen den aus ihnen angefertigten Schmuckgegenständen ein aufserordentlich reizvolles Aussehen. In den ältesten Hölzern aus der Steinkohlenformation ist dagegen der Verkohlungsprozefs sehr viel weiter fortgeschritten, so dafs die Struktur bei weitem nicht so deutlich wahrnehmbar ist wie in den Braunkohlenhölzern. Aber auch bei ihnen vermag man in besonders präparierten Dünnschliffen die ursprüngliche Struktur noch mehr oder weniger deutlich zu erkennen. Die feineren pflanzlichen Reste, vor allen Dingen also die Blätter, begegnen uns in den ältesten Anhäufungen pflanzlicher Substanz, in den Kohlenflözen, nur aufserordentlich selten, finden sich dagegen in gröfserer Menge in den mit den Kohlenflözen wechsellagernden Schieferthonen und erscheinen in denselben als schwarze Häutchen von Kohlenstoff, die sich gewöhnlich durch dunklere Farbentöne und einen gewissen Glanz trefflich von der Schiefersubstanz abheben. Die feineren Details, die Umrandung der Blättchen und die zierliche Nervatur der Fiederchen, sind dagegen auch bei ihnen in den meisten Fällen in ausgezeichneter Deutlichkeit erhalten, und die grofsen Gesteinsplatten, die in allen unseren Steinkohlengruben in grofsen Mengen gewonnen werden, zählen mit ihren wunderbar zierlich erhaltenen Abdrücken von Farnen und anderen Kryptogamenblättern zu den schönsten Stücken unserer Museen. Selbst pathologische Erscheinungen, wie das Auftreten von Blätterpilzen und die Frefsspuren von Insektenlarven sind in solchen fossilen Blättern oftmals vortrefflich zu erkennen und unter Umständen selbst der mikroskopischen Detailuntersuchung zugänglich.

Wesentlich verschieden von diesen in Kohlensubstanz verwan-

delten Pflanzenresten ist die zweite häufige Form ihrer Erhaltung, diejenige im Zustande der Verkieselung. Von ihr sind in den meisten Fällen die Pflanzenhölzer betroffen worden, und man hat sich den Vorgang so zu denken, dafs unter der Einwirkung von kieselsäurehaltigem Wasser eine Zerstörung der organischen Substanz des Holzes vor sich gegangen ist, wobei für jedes fortgeführte Partikelchen von Kohlenstoff alsbald Kieselsäure eingetreten ist, so dafs mit der Zeit die gesamte Holzsubstanz in Kalcedon oder Achat umgewandelt worden ist. Auch in diesem Falle ist natürlich der anatomische Bau auf das vollkommenste im verkieselten Zustande erhalten geblieben und kann in poliertem Schnitt und in durchsichtigen, dünn geschliffenen Scheibchen eingehend untersucht werden. Nur so ist es möglich gewesen, bei derartig verkieselten Hölzern, die besonders in der Formation des Rotliegenden und in manchen tertiären Schichten sich sehr häufig finden, die generische Zugehörigkeit zu verschiedenen Gruppen von Pflanzen genau zu bestimmen. Die bemerkenswertesten Beispiele derartig verkieselter Hölzer bieten der versteinerte Wald in der Gegend von Kairo, der durch Schweinfurts Beschreibung zuerst bekannt geworden ist, und ein grofsartiges Vorkommen von Kieselhölzern in Arizona. An letzterem Orte hat die ausgezeichnete Politurfähigkeit dieser verkieselten Hölzer und das schöne Aussehen der aus ihnen geschliffenen Stücke zu einer ausgedehnten Industrie Veranlassung gegeben; auf verschiedenen grofsen Ausstellungen haben die von dort herrührenden Schmucksachen ein berechtigtes Aufsehen erregt. Solche Verkieselungsprozesse finden übrigens auch heute noch da statt, wo lebende Waldvegetation mit kieselsäurehaltigem, warmem Quellwasser in Berührung kommt, wie dies z. B. im Yellowstone-Park in den Vereinigten Staaten in grofsem Umfange der Fall ist. Hier kann man sehen, wie von Bäumen, die noch vor kurzer Zeit lebten, bereits die äufseren Teile des Stammes eine Umwandlung aus kohlenstoffhaltiger Substanz in Kieselsäure erlitten haben, und es ist der Gedanke nicht abzuweisen, dafs ähnliche Einwirkungen von Thermalwässern auch in jenen älteren Ablagerungen den Verkieselungsprozefs bewirkt haben.

Der Erhaltungszustand der Fossilien ist ein aufserordentlich mannigfacher und drückt sich schon darin aus, dafs man von „gutem“ und „schlechtem“ Erhaltungszustande derselben spricht. Den wesentlichsten Einflufs auf dieses Verhalten übt der Charakter des Gesteins aus, in welchem die organischen Reste eingebettet sind. Das günstigste Medium für die Erhaltung sind weiche thonige und mergelige

Gesteine. In ihnen haben die Schalen der Tiere bei der Einbettung gewöhnlich keinerlei Deformationen erlitten, sondern ihr natürliches Aussehen und ihre ursprüngliche Wölbung oftmals bis in das kleinste Detail hinein beibehalten, und bei der Weichheit dieser Gesteine, die in vielen Fällen die Anwendung eines mechanischen Schlämmprozesses gestattet, vermag man die Einschlüsse mit Leichtigkeit zu isolieren und zu gewinnen. So kommt es, dafs beispielsweise in dem weichen Kalkschlamme der Schreibkreide die Schalen von Muscheln und Seeigeln uns so vollkommen erhalten sind, wie dies nur irgend möglich sein kann. Auch in den meisten Kalksteinen haben die organischen Reste ihre ursprüngliche Erscheinung bewahrt, aber hier stellt sich der Umstand ein, dafs die Schale mit dem einbettenden Gestein gewöhnlich auf das innigste verwachsen ist, so dafs eine Herauslösung sehr viel mühevoller und in vielen Fällen ganz unmöglich ist. Viel ungünstiger noch wird das Verhalten des Kalksteins, wenn derselbe nachträglich einem Krystallisationsprozefs unterworfen gewesen und in krystallinischen Kalk oder gar in grobkörnigen Marmor umgewandelt ist. Solchen Umwandlungsprozessen sind sehr viele Kalksteine älterer Formationen unterworfen gewesen, aber wir begegnen ihnen auch in jüngeren Formationen überall da, wo durch gebirgsbildende Kräfte die Gesteine einen bedeutenden Druck erlitten haben und dadurch in ihrer molekularen Beschaffenheit verändert sind. Ganz besonders häufig aber sind solche Umkrystallisationen in denjenigen Kalksteinen, die in der Hauptsache auf der Thätigkeit von Korallentieren zurückzuführen sind, Gesteine, die sich gewöhnlich durch einen hohen Gehalt an kohlensaurer Magnesia auszeichnen und aus diesem Grunde als Dolomite bezeichnet werden. Es gehören dahin die bekannten Dolomite der Alpen und zahlreiche Riffkalke im Schwäbischen Jura, sowie eine Menge von Gesteinen in den mesozoischen Kalkbergen Italiens. In allen diesen Gesteinen sind die Korallen und sonstigen Einschlüsse bei dem Prozefs der Umkrystallisation so stark alteriert worden, dafs sie im Innern des Gesteins dem blofsen Auge ganz unsichtbar geworden sind und nur spurenweise noch bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen erkennbar werden. Trotzdem aber haben in den meisten Fällen die Kalkgerüste organischer Körper gewisse Eigenschaften durch die Umbildungsprozesse hindurch sich bewahrt, die es ermöglichen, dafs bei der langsamen Verwitterung der Oberfläche solcher Kalksteine das einschliefsende Gestein stärker angegriffen wird wie der fast unsichtbar darin steckende organische Rest, und der letztere

tritt infolgedessen auf solchen Verwitterungsflächen mehr oder weniger deutlich zu Tage. Man kann in Steinbrüchen, die in solchen Riffkalken angelegt sind, in den frisch gewonnenen Werkstücken stundenlang erfolglos umherklopfen, während auf der Oberfläche von Blöcken, die länger der Luft ausgesetzt gewesen waren, eine ganze Menge von organischen Resten reliefartig hervortritt. Man sieht dann auf diesen Flächen die zierlichen Kelche der Korallen mit ihren Septen oder die Schalen von Muscheln und Schnecken heraustreten, die im Querschnitte des Gesteins kaum in zarten Linien angedeutet erscheinen.

Wieder anders verhalten sich die besonders in den älteren Formationen sehr verbreiteten Thonschiefer. Die ursprünglich weiche Thonsubstanz ist bei der Gebirgsbildung durch einseitig wirkenden Druck „geschiefert" worden, d. h. es haben sich neue, zu der ursprünglichen Schichtung in keiner Beziehung stehende Absonderungsflächen gebildet, und diese Druckvorgänge haben dahin geführt, dafs die eingeschlossenen Schalreste in eine Ebene zusammengeprefst erscheinen, wobei bei gewölbten Körpern, wie sie ja die meisten Muscheln und Schnecken besitzen, naturgemäfs eine Zertrümmerung in einzelne, ein wenig gegeneinander verschobene Bruchstücke eintreten mufste. Ein solcher Erhaltungszustand ist natürlich nicht gerade günstig, und unter den Fossilien dieser Schichten befinden sich sehr viele, die für die nähere Bestimmung der Art unbrauchbar geworden sind. Auch die Reste von höheren Lebewesen sind uns in sehr verschiedenem Zustande überkommen, je nach dem Gestein, in welchem sie eingebettet sind. So sind die zahllosen Fische, die das bituminöse Kupferschieferflöz an der Basis der Zechsteinformation führt, in eine Ebene zusammengedrückt und liegen wie ein papierdünner Hauch auf den Schichtflächen des Gesteins, während in manchen thonigen Konkretionen und in gewissen feinkörnigen Sandsteinen die Fische körperlich erhalten sind und nach der Präparation uns in ihrer ursprünglichen Körperform entgegentreten. Das Blatt einer Pflanze kann in einem plastischen Thone so vollkommen bewahrt sein, dafs die feinsten Linien der Umränderung und die zartesten Verzweigungen der Nervatur auf das vollkommenste hervortreten, während dasselbe Blatt in einem Sandstein uns als ein dünner, vielfach unterbrochener schwarzer Hauch mit undeutlichen Umrissen und schlecht bewahrter Nervatur entgegentritt. Am allerungünstigsten sind grobe Konglomerate, weil bei der Bildung derselben feinere organische Reste natürlich vollkommen zerrieben wurden und gröbere ganz abgerollt hineingelangten, so dafs dieselben für die nähere Artbestimmung

gewöhnlich ganz untauglich geworden sind. Es sind aus diesem Grunde in derartigen Konglomeraten in den meisten Fällen nur verkieselte Hölzer oder in jüngeren Schichten die widerstandsfähigsten Knochen und Zähne von Wirbeltieren erhalten geblieben.

Es ist vollkommen klar, dafs aus den angeführten Gründen der Reichtum der einzelnen Gesteine an organischen Einschlüssen sehr verschieden ist, aber es giebt absolut keine Regel mit durchgreifenderer Gültigkeit, die man in dieser Beziehung aufstellen könnte. Die grofse Gruppe von Silikatgesteinen, die man als krystallinische Schiefer bezeichnet, also die Gneifse, Glimmer-Schiefer und Phyllite sind in den meisten Fällen gänzlich frei von Fossilien, und da sie zumeist in den, soweit bekannt, ältesten Ablagerungen unserer Erde vorherrschen, so glaubte man, dafs zur Zeit ihrer Entstehung überhaupt noch keine organischen Lebewesen auf Erden existierten oder wenigstens keine solchen, deren Körper erhaltungsfähige Hartgebilde absonderten. Es giebt aber auch von dieser Regel Ausnahmen. Unter dem Einflusse gewaltiger Druckkräfte, die bei der Gebirgsbildung auf grofse Schichtenkomplexe ausgeübt worden sind, sind viele Thone, Kalke, Mergel und Sandsteine total umgewandelt worden und besitzen heute vollkommen das äufsere Aussehen von jenen obengenannten archäischen Gesteinen, d. h. sie sind in Glimmerschiefer, Serizitschiefer, Chloritschiefer, Marmor, Quarzit und andere hochkrystallinische Gesteine umgewandelt, und man kann in den meisten Fällen nur aus ihrer stratigraphischen Stellung zwischen anderen Schichten und aus ihren organischen Einschlüssen entnehmen, dafs sie nicht der archäischen Formation angehören, sondern jüngeren Alters sind. So kennt man aus Norwegen einen ausgedehnten Schichtenkomplex kambrischen und silurischen Alters, aus den Alpen hochkrystallinische, mineralreiche Schiefer der Juraformation (Bündner Schiefer), aus Griechenland sogar Chloritschiefer und Marmor, die aus Gesteinen der Kreideformation hervorgegangen sind. In allen diesen Fällen findet man auch noch durch besonders günstige Umstände erhaltene, gewöhnlich allerdings sehr stark deformierte, aber doch immerhin nach Genus und bisweilen sogar nach der Spezies bestimmbare organische Reste, welche die aus den Lagerungsverbänden gezogenen Schlüsse bestätigen. Aus der Gestalt dieser Körper kann man auf das schönste erkennen, in welcher Weise und in welcher Richtung die Umbildung des Gesteins und die Streckung der einzelnen Gesteinselemente vor sich gegangen sind. Belemniten erscheinen in einzelne, ziemlich gleich lange Stücke zerrissen und diese in einer ganz bestimmten Richtung mit gleich langen

Intervallen verschoben (s. untenstehende Figur). Silurische Trilobiten sind in einer Richtung in die Länge gestreckt und unterscheiden sich wesentlich in ihrem äufseren Aussehen von den normal erhaltenen Tieren der gleichen Art. In den Glarner Alpen finden sich mächtige, dem ältesten Tertiär angehörende Schiefer, die ein vorzügliches Dachschiefermaterial abgeben, welches in grofsen Brüchen ausgebeutet wird. Sie sind reich an Fischresten, aber bei allen diesen Fischen sind die einzelnen Wirbel der Wirbelsäule nach irgend einer Richtung hin, dem ausgeübten Gebirgsdrucke entsprechend, gegeneinander verschoben und in ihrer Gestalt deformiert worden. Der erste Beschreiber dieser Fischfauna hatte sich durch die Gestaltänderung täuschen lassen und eine Reihe von Gattungen beschrieben, von denen es sich nachher herausstellte, dafs sie alle ein und derselben Art angehörten, ja, es wird



Gestreckter Belemnit im Jurakalk.

behauptet, dafs es möglich gewesen wäre, durch eine Art von Berechnung mit Hülfe der bekannten Schieferungsrichtung in diesen Schiefern und der Lage der Fischreste zu derselben die einzelnen Spezies in einander umzurechnen.

Kaum weniger arm als diese alten Schiefergesteine sind diejenigen Schichtenfolgen, die vorwiegend aus Quarziten oder aus mittelkörnigen, roten Sandsteinen bestehen; in ihnen sind die organischen Einschlüsse oftmals auf schwer deutbare fossile Hölzer beschränkt, oder auf die Fährtenabdrücke von grofsen Amphibien, Reptilien und anderen Tieren, mit denen man wegen des Fehlens von Skeletteilen auch nicht allzuviel anfangen kann. Besonders im Buntsandstein des mittleren Deutschland finden sich gewisse Horizonte (wie der sogenannte Chirotherien-Sandstein), in welchen die erhaltenen Fährten oftmals in zusammenhängenden Schrittreihen nicht allzu selten vorkommen. Es wechsellagern mit diesen Sandsteinen Bänke von Letten, und in diesen Lettenschichten haben die Tiere, als die betreffende, eben entstandene Bank, an der Oberfläche lag und noch aus weichem Schlamm

bestand, beim Überschreiten ihre Spuren eingedrückt. Die demnächst folgende Sandschicht, die entweder vom Winde oder vom Wasser darüber geführt wurde, füllte die Vertiefung der Fährte aus, und so sehen wir heute diese Spuren reliefartig auf der Unterfläche der Sandsteinplatten heraustreten, während die eigentliche, sozusagen positive Fährte infolge der weichen Gesteinsbeschaffenheit gewöhnlich nicht zur Aufbewahrung in unsere Sammlungen gelangte.

Andere Sandsteine sind dagegen wieder recht reich an Versteinerungen, die lagenweise angereichert erscheinen, wie z. B. die zur Kreideformation gehörenden Sandsteine der Sächsischen Schweiz und des nördlichen Harzvorlandes. In Bezug auf die Kalksteine läfst sich etwas Bestimmtes über ihren Reichtum an organischen Einschlüssen nicht sagen. Aus den oben bereits angeführten Gründen sind mächtige Komplexe solcher Kalksteine infolge späterer Umwandlung anscheinend vollständig versteinerungsfrei, während andererseits dasselbe Gestein in anderen Formationen und in anderen Gegenden geradezu von ihnen strotzt. Bekannt sind in dieser Hinsicht zahlreiche Schichten des skandinavischen Silurs, deren Versteinerungsreichtum auch bei uns in Form von Geschieben im Diluvium eine reiche Ausbeute gewährleistet. Viele Kalksteine verdanken ja ganz ausschliefslich dem organischen Leben ihre Entstehung und sind infolgedessen im gröfsten Teil ihrer Masse aus Fragmenten oder vollständigen Resten ehemaliger Lebewesen zusammengesetzt. Dahin gehören beispielsweise die sogenannten Trochitenkalke, die im Silur und in der Trias auftreten und in ihrer ganzen Masse aus den Stielgliedern von Seelilien zusammengesetzt sind. In ganz ähnlicher Weise bestehen andere Kalksteinbänke überwiegend aus Schalen von zweiklappigen Muscheln oder aus Anhäufungen ungeheurer Mengen von Schneckenschalen. Als Beispiel für letzteres Vorkommen seien die Cerithienkalke in den jüngeren Tertiärbildungen des Mainzer Beckens erwähnt. Hier können auch die gewaltigen Anhäufungen von Knochen diluvialer Wirbeltiere genannt werden, die in Höhlen der Kalksteingebirge unter der schützenden Decke von Kalksinterablagerungen oftmals die Reste vieler hunderte grofser und kleiner Wirbeltiere enthalten. Ein Teil derselben stammt von den Tieren her, die diese Höhlen bewohnten, ein anderer zeigt deutlich, dafs man es mit den Resten der hier zusammengeschleppten Beutetiere zu thun hat. Die Knochen der letzteren sind in den meisten Fällen von den Raubtieren zerkleinert, wofür die in Form unverkennbarer Zahneindrücke erhaltenen Bifsspuren zeugen.

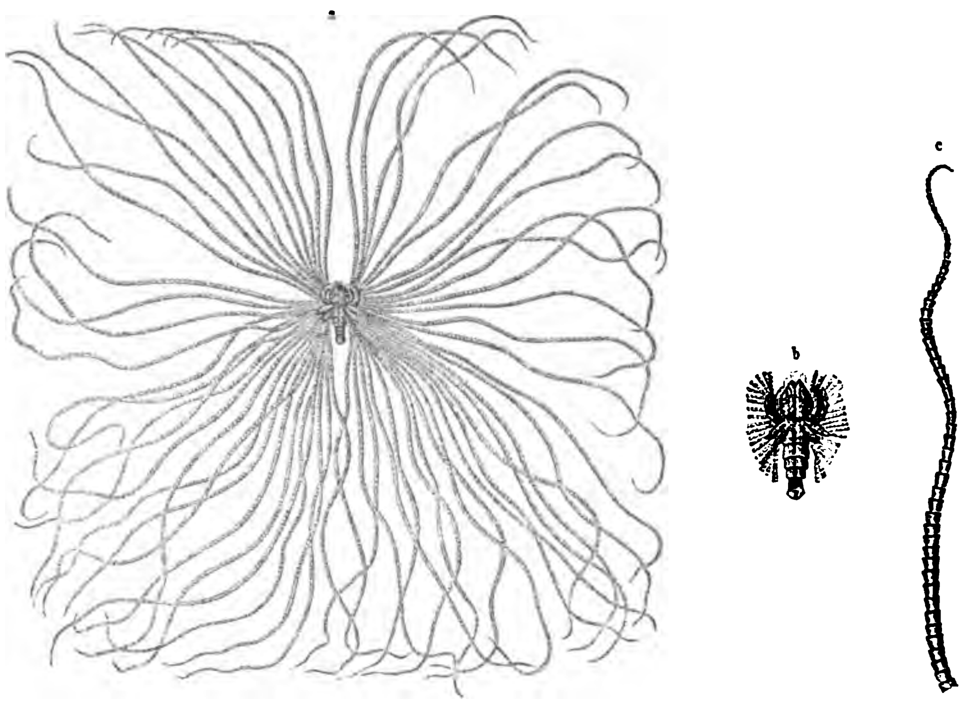
Ähnlich wie mit den Kalksteinen verhält es sich mit den Schiefern, die gleichfalls durch mächtige Schichtenreihen hindurch keinerlei erkennbare organische Reste liefern, während andere Schiefer wieder so voll von Versteinerungen stecken, dafs man keine Platte zerschlagen kann, ohne die Schichtflächen dicht mit ihnen bedeckt zu finden. Diese Fälle begegnen uns beispielsweise in den Graptolithenschiefern der Silur- und in den Tentaculitenschichten der Devon-Formation. Ganz besonders ergiebig sind in vielen solchen an Versteinerungen armen oder ganz davon freien Gesteinen etwa darin auftretende Konkretionen. Besonders in thonigen, mergeligen und schiefrigen Gesteinen finden sich oftmals kugelige oder elliptisch gestaltete Gesteinsmassen von der Gröfse einer Kartoffel bis zum Durchmesser eines Meters von aufserordentlich wechselnder Zusammensetzung. Bald ist es kohlensaurer Kalk, bald dolomitisches Gestein, dann wieder sind es Eisenerze oder durch Eisenverbindungen verkittete Sande, die entweder unregelmäfsig durch das Gestein zerstreut sind oder, in gewissen Schichten angeordnet, im Gesteine fortlaufende Schnüre bilden. Diese Konkretionen strotzen oftmals von organischen Resten mannigfacher Art; so ist in manchen jurassischen Schichten der gesamte Reichtum an Ammoniten auf kalkige Konkretionen beschränkt, so tritt uns der ganze Reichtum von Fossilien in den mitteloligocänen Stettiner Sanden in eisenschüssigen, aufserordentlich harten Sandsteinkonkretionen entgegen, so ist uns die Fauna des Norddeutschen Miozäns in den Konkretionen der Sternberger Kuchen und des Holsteiner Gesteins erhalten. Die kleineren Konkretionen besitzen gewöhnlich nur einen winzigen Rest, eine Schneckenschale oder eine Muschel oder einen Fischrest. In den gröfseren dagegen ziehen sich Versteinerungen schichtenweise durch die ganze Konkretion hindurch, und durch geschicktes Spalten kann man Platten gewinnen, auf denen hunderte von wohl erhaltenen Tierresten bei einander liegen. In manchen Fällen hat gleich bei der Ablagerung der Schicht der organische Rest Anlafs zur Bildung einer Konkretion gegeben, indem durch den Verwesungsprozefs der tierischen Substanz in Lösung vorhandene Eisensalze reduziert und um das Fossil herum niedergeschlagen wurden, wodurch eine Verfestigung des Gesteins in seiner Umgebung eintrat. In anderen Gesteinen, vor allen Dingen in solchen, die wie alle Sande dem Wasser einen leichten Durchgang gewährten, mufs man annehmen, dafs die Kalkschalen, die ursprünglich in bestimmten Lagen durch das ganze Gestein hin gleichmäfsig verteilt waren, überall einer vollständigen Auflösung und Zerstörung

verfielen, bis auf diejenigen Partien, die durch angereicherte Eisenverbindungen oder durch kalkige Bindemittel dem lösend einwirkenden Wasser Widerstand zu leisten vermochten.

Gesteine, die der vulkanischen Thätigkeit ihren Ursprung verdanken, sind natürlich frei von organischen Resten und enthalten höchstens solche älterer Formationen, eingeschlossen in Bruchstücken, die zusammen mit der Lava an die Oberfläche geführt sind. Nur wenn vulkanische Aschen in Süfswasserseen oder in das Meer hineingelangen und in demselben sogenannte Tuffe erzeugen, stellen sich auch Reste der in jenen Gewässern lebenden Geschöpfe ein, und man findet sie in solchen Gesteinen von den aus umgewandelten Diabastuffen entstandenen Schalsteinen der Devonformation bis zu den Tuffen des jüngsten Vulkanismus.

In den Versteinerungen ist uns die Entwickelungsgeschichte des organischen Lebens auf Erden aufbewahrt, aber was auf diesem Wege zu unserer Kenntnis gelangt ist, stellt nur einen aufserordentlich verschwindenden Bruchteil der Lebewesen dar, welche zu den verschiedenen Zeiten unsere Erde bevölkerten. Schon der Umstand, dafs mit ganz geringfügigen Ausnahmen nur diejenigen Teile der Tiere uns erhalten bleiben konnten, die aus widerstandsfähigen Hartgebilden aufgebaut waren, schränkt die Möglichkeit, uns ein klares Bild von jenem gewaltigen Entwickelungsgange zu verschaffen, aufs äufserste ein. Ganz grofse Gruppen von Tieren entbehren ja jener Hartgebilde vollständig und bestehen ausschliefslich aus leicht verweslichen organischen Substanzen, die keinerlei fossile Spuren hinterlassen können. Eine weitere Einschränkung aber wird dadurch bedingt, dafs wieder nur ein sehr geringer Bruchteil der Lebewesen nach dem Tode an Orte gelangte, wo sie der Nachwelt aufbewahrt werden können. Fast alle Geschöpfe, die an der Oberfläche der Erde ihr Ende finden, werden entweder von anderen höheren oder niederen Tieren bis auf die letzten Spuren vertilgt, oder sie verfallen einem vollständigen Auflösungsprozesse, bei dem nichts übrig bleibt. Viel günstiger ist das Verhältnis für die Bewohner des Wassers; aber auch hier arbeitet ein unendlich zahlreiches Heer gefräfsiger, überlebender Mitbewohner an der Vernichtung der toten Reste. Vor allen Dingen sind es die Krebse, die mit Hülfe ihrer Scheren die Hartgebilde abgestorbener Tiere zerknacken und so zerkleinern, dafs die Schalen in Kalksand verwandelt werden. Von dem übrig bleibenden Bruchteile aber, der zur fossilen Erhaltung gelangt ist, kann wieder nur ein unendlich geringer Teil in die Hand des Forschers

kommen. Im Vergleich zu dem Areal, welches die Versteinerungen führenden Schichten auf der Oberfläche der Erde einnehmen, nehmen diejenigen Stellen, an denen ein Sammeln und Gewinnen von Fossilien möglich ist, noch nicht den tausendsten Teil ein. Wir müssen uns nur klar machen, wie unendlich gering an Gröfse und Fläche die Aufschlüsse teils künstlicher, teils natürlicher Art sind, an denen der



Bostrichopus antiquus.
a. Das ganze Tier. — b. Der Rumpf. — c. Eine einzelne Ranke.

Geologe seine Studien anstellen kann, und wir dürfen uns deshalb nicht wundern, dafs von Jahr zu Jahr immer neue vorweltliche Geschöpfe aufgefunden und beschrieben werden, und dafs trotzdem erst in ganz wenig Fällen leidlich lückenlose Entwickelungsreihen für einzelne Tierklassen zu unserer Kenntnis gelangt sind. Es ist Thatsache, dafs eine grofse Anzahl von Geschöpfen uns erst in je einem Exemplare bekannt geworden ist, und wir müssen daraus schliefsen, dafs noch viele Tausende von unbekannten Tieren der verschiedensten Gattungen im Schofse der Erde ruhen und noch für viele Generationen hinaus paläontologisches Arbeitsmaterial zu erwarten sein wird. Ein vortreffliches Beispiel für die Lückenhaftigkeit unserer Kenntnis ehe-

maliger Lebewesen bietet ein solches Unikum aus den Kulmschiefern des Geistlichen Berges bei Herborn in Nassau, welches als Bostrichopus antiquus benannt und in vorstehender Abbildung dargestellt ist. Dieses Tier weicht in seinem ganzen Körperbau von allen lebenden oder fossilen Formen so vollkommen ab, dafs es Schwierigkeiten macht, dasselbe im zoologischen System unterzubringen, und doch mufs man annehmen, dafs dasselbe seiner Zeit in unzähligen Exemplaren die Erde bevölkerte, dafs es eine Entwickelungsgeschichte besessen hat und durch allmähliche Umänderung aus anderen Typen hervorgegangen ist. Aber weder von seiner Ahnenreihe noch von seinen als solche erkennbaren Nachkommen ist aufser diesem einen Stücke etwas zu unserer Kenntnis gelangt. Ein derartiger Fall ist besser als lange, weitläufige Erörterungen geeignet, uns davon zu überzeugen, wie all' unser Wissen nur Stückwerk ist und immer solches bleiben wird.

Erinnerungen an die Erdbebentage von Laibach.

Von **Dr. P. Schwahn** in Berlin.

(Schlufs.)

Laibach war, wie ich schon sagte, glücklicherweise kein Casamicciola, es war aber eine in allen Teilen schwer geprüfte Stadt, — eine Stadt, die sich von Grund auf erneuern mufste. Besser als an den zerstörten Gebäuden konnte man den Umfang der Verwüstung an dem Lagerleben erkennen. Denn als am 14. April morgens nach der schreckenvollen Nacht die Sonne die Stadt beschien, war zwei Drittel der ganzen Bevölkerung für Monate auf die kalten, nafsen Strafsen angewiesen. 4000 Bewohner aus den besseren Ständen, die Geld genug hatten, waren mit ihren Familien nach auswärts geflüchtet.

Unsere Abbildung (Fig. 5) gewährt uns einen Einblick in dieses Lagerleben auf dem Kongrefsplatz. Welch ergreifende Scenen bot dasselbe: da safs mitten zwischen den Zelten und Baracken auf einem verblichenen Polsterstuhl ein alter gebrechlicher Mann mit bekümmerten Zügen, neben sich zur ebenen Erde eine Matratze und ein wenig Möbelgerümpel, und mitten in dieser Scene des Elends spielten lustig die Kinder, als ob nichts geschehen wäre.

Glücklicherweise waren die Sauerkrautfässer, welche ein Fabrikant den Obdachlosen als nächtlichen Unterschlupf zur Verfügung gestellt hatte, zur Zeit unseres Aufenthalts bereits verlassen und durch Militärzelte oder Baracken ersetzt worden. Aber noch in langen Reihen lagen diese Bottiche in der Tirnauer und Krakauer Vorstadt.

Dank dem energischen Einschreiten der Militärverwaltung und der Fürsorge des Landespräsidenten, Baron Hein, hatte man auf allen öffentlichen Plätzen Zelte aufgestellt, etwa 40 allein auf dem Kongrefsplatz (Fig. 6). Ein Dutzend Mitglieder ärmerer Familien wohnten in einem jeden, und man hatte sich offenbar schon mit der Situation zurecht gefunden, denn wo ich auch hineinschaute, herrschten Ordnung und Sauberkeit. Unter Zelten konnten freilich nicht alle untergebracht werden; man mufste zu anderen hölzernen Behausungen greifen, um blofs

keine Steine über dem Kopf zu haben. Ganz altmodische Kutschen aus dem vorigen Jahrhundert wurden wieder ans Tageslicht gezogen; sie waren in diesen Tagen wertvoller als die schönste Villa und wurden natürlich möglichst abseits von den Häusern aufgestellt. Ein Spediteur, mit dem wir zu thun hatten, hatte seine Familie in einem Möbelwagen untergebracht. Aber auch daraus mufste er entfliehen, denn ein herabfallender Schornstein schlug die Wagendecke ein.

Elend zusammengeflickte Holzgestelle, die mit Laken und Kleidungsstücken bedeckt waren, konnte man überall sehen. Manchem



Fig. 5. **Lagerleben auf dem Kongrefsplatz.**

genügte auch schon ein Stuhl mitten auf der Strafse und eine Decke dazu als nächtliche Lagerstätte; und nun denke man sich den Schmutz, da der Regen tagelang in Strömen vom Himmel kam.

Not macht bekanntlich erfinderisch, das konnte man in Laibach überall sehen, und manchen dieser Erdbebenwohnungen haftete etwas tragikomisches an. Der Hausverwalter des Museums hatte sein Quartier auf der Strafse in einer grofsen Kiste aufgeschlagen, und noch besser war es mit einem jungen Ehepaar. Auf einem Bauplatz hatte dasselbe sich ein Dutzend neu gezimmerter Fensterrahmen mit Latten zusammenschlagen lassen. In dieser Röhre lagen eine Matratze und einige Decken, und dies genügte, um die Flitterwochen darin zuzubringen. Ja Raum ist in der kleinsten Hütte für ein glücklich

liebend Paar, dies wurde hier zur Thatsache — freilich zur traurigen Thatsache.

Ergreifend war der Gottesdienst auf den öffentlichen Plätzen. Wir sahen am Sonntag, acht Tage nach der Katastrophe, die Weiber und Männer auf den Knieen liegen, während bei brennenden Kerzen unter freiem Himmel die Messe verlesen wurde, der das Gebet: Tempora terrae motus ... eingeschaltet war. Der Musikpavillon auf dem Kongrefsplatz war über Nacht ein Gotteshaus geworden.

Beruhigung des Volkes durch die Geistlichkeit, Erweckung neuer Zuversicht war in diesen schlimmen Tagen, namentlich im Hinblick auf den Aberglauben der slovenischen Bevölkerung, gewifs ein schönes Werk. Denn nicht genug kann man das Verhalten derjenigen mifsbilligen, welche ein geängstigtes und gemartertes Volk durch thörichte Prophezeiungen noch mehr aufregen. Der Fall ist ja nicht selten dagewesen, dafs durch solche unnütze Beängstigungen schwache Frauen und zarte Kinder vom Nervenfieber befallen sind, dafs der Wahnsinn sich eingestellt hat. In den Laibacher Zeitungen sah man stets an erster Stelle die Worte: „Ruhe, Ruhe, keine Verzagtheit, kein unnützes Aufregen und Aufregenlassen, denn alle Gefahr ist beseitigt."

An Sibyllen hat es in Laibach natürlich nicht gefehlt, aber die Polizei machte damit kurzen Prozefs; sie liefs dieselben einfach einstecken.

Von der fürchterlichen Nervosität, die während unserer Anwesenheit in der Stadt herrschte, nur einige Beispiele.

Mindestens ein paar Dutzend Leute behaupteten, dafs in der Schreckensnacht ein riesiger Sternschnuppenfall stattgefunden habe, und dafs seit dieser Nacht die Sterne viel heller schienen. Von der Thorheit der letzten Behauptung konnte ich mich persönlich überzeugen, aber bezüglich der ersten, welche nur zu sehr an die Omina des Mittelalters erinnert, war ich auf das Zeugnis urteilsfähiger Leute angewiesen, wonach es eine ziemlich heitere Nacht mit Mondschein gewesen sein soll.

Von anderer Seite wurde mir mitgeteilt, dafs eine adelige Dame in der Umgebung von Laibach einen aufsergewöhnlichen Stern am Horizonte aufblitzen sah. Sonstige merkwürdige Lichterscheinungen will eine ganze Reihe von Leuten wahrgenommen haben.

Dergleichen steckt an, man wird dabei selbst nervös. Kommt da eines Abends mein Reisebegleiter die Treppe hinaufgelaufen und in mein Zimmer gestürzt mit dem Ruf: „Kommen Sie herunter, kommen Sie herunter". Ich denke der Einsturz unseres Hauses ist

nur noch Sache eines Augenblicks, und im Nu ging es die Treppe hinunter, Prof. G. hinterdrein. Ich lief mit beiden einige Strafsen entlang, ohne dafs ich erfuhr, um was es sich handle. Da endlich blieb er stehen, und was zeigte er mir da — die Venus am Himmel, welche ihm aufsergewöhnlich grofs vorkam und ein wenig zu schwanken schien.[1])

Unverschuldet können selbst Gelehrte durch ihre Fachausdrücke Aufregung veranlassen. Professor Suefs in Wien hatte in einem Zeitungsbericht geschrieben, Laibach ruhe auf einem „Einsturzboden".



Fig. 6. **Zelte auf dem Kongrefsplatz.**

Dieser geologische terminus technicus hat nun geradezu niederschmetternd auf einzelne, die sich denselben nicht erklären konnten, gewirkt. Also unsere Stadt wird wirklich in ein tiefes Loch auf Nimmerwiedersehen versinken, so hiefs es von vielen Seiten, namentlich von seiten der Damen.

Besser sind wir mit einem Orakel weggekommen, ohne dafs es freilich unsere Absicht war, uns auf das Weissagen zu legen. Es hiefs in der Neuen Freien Presse und in der Grazer Tagespost: „Zwei hervorragende Berliner Gelehrte Dr. Schw. und Prof. L. — verehrter

[1]) Dieses Sternschwanken, welches man bei Sternen, die nahe am Horizont stehen, beobachtet, ist eine Folge der Bewegung des Wasserdunstes in der Atmosphäre. Dadurch erscheint auch das Gestirn vergröfsert.

Leser, hier bewahrheitet sich das Sprichwort: der Prophet gilt nichts in seinem Vaterland — erklärten, die Gefahr sei nach allen Erfahrungen der Wissenschaft beseitigt, wenn auch das Ende des nun ungefährlichen Ausschwingens der bewegten Erdschichten nicht vorausgesagt werden könne." Wie ich schon sagte, sind wir völlig unschuldig an diesem Gutachten, das etwas pythisch abgefafst ist. Aber es sollte sicher einem guten Zweck dienen, nämlich zur Beruhigung der Laibacher Bevölkerung beitragen, und deshalb sind wir auch „hervorragend" geworden.



Fig. 7. **Bereitung der Speisen auf offener Strafse.**

Wenn man die vielen kleinen Bedürfnisse in Betracht zieht, die der Mensch zu seinem Dasein nötig hat, und für die in der Häuslichkeit durch mehr oder minder bequeme Einrichtungen gesorgt ist, so wird man es wohl verstehen können, dafs mit dem Lagerleben auf offener Strafse allerlei Mängel und Unzuträglichkeiten verbunden waren, die sich nur schwer im ersten Augenblick beseitigen liefsen. Zur Bereitung der täglichen Nahrung gehörten vor allem Kochöfen, und es mufsten in diesem Fall transportable sein, denn die in den Häusern vorhandenen waren zum Teil zerstört oder, soweit sie noch gebrauchsfähig waren, wer wollte sich der Gefahr aussetzen, dieselben in den zerstörten Wohnungen zu benutzen.

Die armen Leute mufsten sich ihre Speisen unter freiem Himmel

bereiten, und wo ein eiserner Ofen zur Verfügung stand, da teilten sich zahlreiche Familien in den Gebrauch desselben. Allerorten, auf dem Kongrefs- und Marienplatz, in der Krakauer Vorstadt und auf der Tyrnauer Lände rauchten die Öfen (Fig. 7), dazwischen drängten sich die blutarmen slovenischen Bewohner, von deren zumeist sehr kleinen Häusern keines verschont geblieben war.

Unendlich viel Gutes hatte die schnelle Hilfsaktion der freiwilligen Wiener Rettungsgesellschaft, des Wiener Volksküchenvereins und die der Gesellschaft des roten Kreuzes zur Linderung der herrschenden Notlage beigetragen.



Fig. 8. **Küchenwagen auf dem Kongrefsplatz.**

Auf dem Kongrefsplatz und auf der Tyrnauer Lände waren soeben die Küchenwagen (Fig. 8) aufgestellt worden, die je 2500 Personen tagsüber speisen konnten, und schon lagen scharenweise die Hungernden um den Wagen herum. Wir sahen, wie sich Männer und Weiber herandrängten, die Hände den Spendern entgegenstreckten, Körbe nach oben hielten und so stundenlang vor Verteilung der Gaben warteten. Es war ein Drängen und Hasten, dafs schliefslich die Polizei und Feuerwehr, um Ordnung zu schaffen, eingreifen mufsten. Und man sah es den Leuten an, dafs nicht etwa Habsucht, sondern wirklich Hunger sie zur Verzweiflung trieb.

Um zwölf Uhr mittags begann die Verteilung der Speisen. Viele

zogen mit ihrem Krug Suppe beglückt ab, manche waren zu schüchtern, um sich vorzudrängen.

Doch ich will mich bei diesen Notbildern nicht aufhalten. Interessieren dürften vielleicht die Umstände, unter denen wir beiden Berliner Gäste den ziemlich starken Erdstofs am Montag den 22. April 3 Uhr 52 Minuten nachmittags mitmachten.

Wir waren nach dem Putickschen Hause in der Triesterstrafse gegangen, um daselbst, wenn thunlich, einen dunklen Raum zum Auswechseln photographischer Platten zu suchen. Wie immer trafen wir die ganze Hausbewohnerschaft auf dem Hofe neben ihrer Baracke an; nur die Frau des Herrn Forstkommissär Putick und einige Dienstmädchen hielten sich in den Parterreräumen, wo sich die Küchen befanden, auf.

Als der Sohn des Hauswirtes uns bedeutete, dafs sich zwei Treppen hoch ein geeigneter Dunkelraum befinde, war mein Reisegefährte schnell oben, während ich mit der ganzen Hausgesellschaft unten blieb. Ich unterhielt mich gerade mit der Tochter des Regierungsrats R., die auf einem Balken neben der Baracke safs und ein Buch von Bertha von Suttner vor sich hatte, das den allgemeinen Erdfrieden predigte.

Da mit einem Male fuhren wir alle erschreckt auf; ein dumpfes Geräusch, das sich von fern näherte, verkündete einen neuen Stofs. Und nun in demselben Moment begann auch das Zittern des Bodens, welches sich dem ganzen Körper mitteilte, und das man unwillkürlich auszugleichen suchte, indem man bald auf dem einen, bald auf dem anderen Fufs tanzte. Der ganze Vorgang dauerte nur etwa sieben Sekunden, aber er genügte, um die Nerven mächtig anzuregen. Ein jeder hatte wohl das Gefühl, was wird sich im nächsten Augenblick ereignen. Noch ein paar solcher Stöfse, wie sie schon da gewesen waren, und Laibach konnte in Wirklichkeit eine Trümmerstadt werden.

Kaum hatte das Erdschwanken begonnen, als ein gellender Schreckensschrei aus allen Parterreräumen der Häuserfront ertönte. Die Mädchen, welche sich dort aufhielten, stürzten totenbleich auf den Hof, italienische Arbeiter, die Ausbesserungen am Hause vornehmen sollten, völlig besinnungslos hinterdrein. Putick eilte an das Fenster, um seine Frau zu beruhigen.

Für mich waren die darauf folgenden Minuten äufserst martervolle. Konnte meinem Kollegen oben zwei Treppen hoch etwas passiert, vielleicht gar die Decke auf den Kopf gefallen sein? — Als mir im ersten Augenblick keiner Rede stehen konnte, eilte ich in wilden Sätzen die Treppe hinauf, gefolgt von den übrigen.

Wir hatten uns glücklicherweise mehr aufgeregt als mein Begleiter in seiner Dunkelkammer. Als er das Dröhnen vernahm und das Zittern des Hauses eintrat, war er mit einem Satz unter die Holzverkleidung der Thür gesprungen, um abzuwarten, was eintreten werde. Da sich über dem Kopf nichts regte, hatte er den Austausch der Platten weiter fortgesetzt, allerdings in einem etwas erregten Zustande, wie ich ihm später nachweisen konnte, — denn sämtliche Platten waren verkehrt eingelegt. Weniger stark als dieser Stofs war ein weiterer, der uns am andern Morgen aus dem Schlaf weckte; er machte sich durch das Knacken der Möbel und durch das leise Herabrieseln des Mauerstaubes in den Rissen der Zimmerwände bemerkbar. Im ganzen hatten wir während unseres Aufenthaltes vier Stöfse erlebt, von denen jedoch zwei so schwach waren, dafs sie nur der für die leisesten Regungen des Bodens empfindliche Laibacher verspürt haben wollte. An die verheerenden Stöfse der Schreckensnacht reichte jedoch keiner derselben heran.

Von Laibach begaben wir uns nach Triest. Diese schöne Adriastadt hatte durch das Erdbeben fast gar nicht gelitten. Der Schaden beschränkte sich auf einige unbedeutende Risse in den oberen Stockwerken der Gebäude. Grenzenlos war aber auch hier die Panik in der Osternacht. 80 000 Einwohner stürzten schlaftrunken ins Freie, meist auf die Schiffe, wo sie sich sicher glaubten. Ähnlich war es in Fiume und Pola. In Venedig hatte man, wie ich später hörte, nicht viel verspürt, aber die Hotels waren im Umsehen leer geworden.

Das Schüttergebiet des Bebens war ungeheuer grofs, etwa 4000 qkm umfassend. Laibach war der Mittelpunkt, und von dort aus erstreckte sich die Zone der Verheerungen nach Nordwesten, nach Krainburg, Radmannsdorf und Stein im Thale der Save.

Wie bei allen gröfseren Erdbeben liefs sich die Wellenbewegung der Erdrinde an feinfühligen Instrumenten auf weite Entfernungen hin konstatieren. Die Beobachtungen auf dem Kgl. geodätischen Institut in Potsdam ergaben gegen Laibach eine Zeitdifferenz von 318 Sekunden, woraus sich bei der Ortsdistanz von 727 km die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle per Sekunde zu 2,28 km ergiebt.

Während die bisherigen Bilder vom allgemeinen Standpunkt aus interessant sind, dürften die beiden folgenden Aufnahmen auch für die wissenschaftliche Erdbebenkunde einige Bedeutung haben. Unser Bild (Fig. 9) versetzt uns auf den Friedhof von Laibach, wo die Verwüstungen geradezu staunenerregende waren. Grabsteine in Obeliskenform waren an ihren Fugflächen, an denen sie mit Zement zusammengekittet

waren, einfach abgedreht und die Teile um ca. 30° gegen einander verschoben worden. Die oberen Pyramiden wiesen ausnahmslos diese Drehung um ihre Vertikalaxe auf, selbst wenn starke Eisenstücke sie zusammenhielten. Eisenkreuze waren in sich selbst verdreht, ja wir sahen eins, das samt seinem Fundament herausgerissen und mehrere Schritte von seinem Standpunkt fortgeschleudert worden war. Porzellanengel, die auf Sandsteinsockel standen, waren in Scherben zerschellt, Marmorbüsten auseinandergerissen.

Man achte ferner auf die eiserne Spitze des Daches der im Hinter-



Fig. 9. **Durch das Erdbeben verschobene Grabsteine auf dem Friedhof.**

grunde unserer Aufnahme liegenden Kapelle; sie befindet sich in ganz verschobener Lage, und in ähnlicher Weise war es bei allen Kreuzen auf den Kirchtürmen Laibachs der Fall.

Dieselben Verschiebungen beobachtete man an dem Pfeiler des Eingangsthors der österreichischen Tabaksfabrik (Fig. 10). Derselbe war bis zum verschobenen Aufsatz 2,20 m hoch; letzterer bildete ein Achteck von 1 m Durchmesser und seine Drehung um die Vertikalaxe betrug 14°, wie ich dies mit freundlicher Unterstützung des Herrn Forstkommissär Putick feststellen konnte.

Man erklärte diese drehenden Bewegungen früher aus dem Zusammentreffen von aus verschiedenen Richtungen kommenden Erdbebenwellen, die sich in Form von Wirbelstöfsen äufsern sollten. R. Mallet

und Lasaulx haben indes gezeigt, dafs dieselben auch durch geradlinige Stofsbewegungen entstehen können, und zwar dann, wenn der Haftpunkt des betreffenden Körpers nicht in seiner Schwerpunktsaxe liegt. Experimentell läfst sich dies sehr einfach erläutern. Legt man nämlich ein viereckiges Holzklötzchen, das an seiner Unterseite, aber nicht in deren Mitte (im Schwerpunkt der Unterfläche) eine kleine Nadelspitze trägt, auf ein elastisches Brett und drückt die Nadelspitze in



Fig. 10. **Drehbewegung eines Pfeilers der österreichischen Tabaksfabrik.**

dasselbe ein, so genügt ein horizontaler Stofs an das Brett, um das Klötzchen in drehende Bewegung zu versetzen. Die horizontale Stofswelle wirkt nämlich auf den Schwerpunkt des Holzwürfels, der wegen seiner Trägheit der Richtung des Stofses entgegen bewegt wird. Da aber der Würfel aufserhalb der Vertikalaxe seines Schwerpunktes durch die Nadelspitze festgehalten ist, mufs er um diese als Angel eine Drehung ausführen.

Ein solch künstlicher Drehpunkt, wie in unserm Beispiel die

Nadelspitze, ist nun zwar bei den Grabsteinen und Pfeilern meist nicht vorhanden, indefs meint Lasaulx, dafs Reibungswiderstände, also etwa kleine Hervorragungen in der Unterlage, welche sich nicht symmetrisch um die Schwerpunktsaxe des Steinwürfels verteilen, die Stelle einer künstlichen Drehangel ersetzen könnten.

Dynamisch läfst sich gegen diese Erklärung wohl kaum etwas einwenden, aber in Hinblick auf die Dutzende von Grabsteinen auf dem Laibacher Friedhof, welche alle die nämliche Verschiebung aufwiesen, scheint sie uns doch nicht ausreichend zu sein. Unmöglich konnten die Stellen gröfster Reibung sämtlich aufserhalb der Schwer-

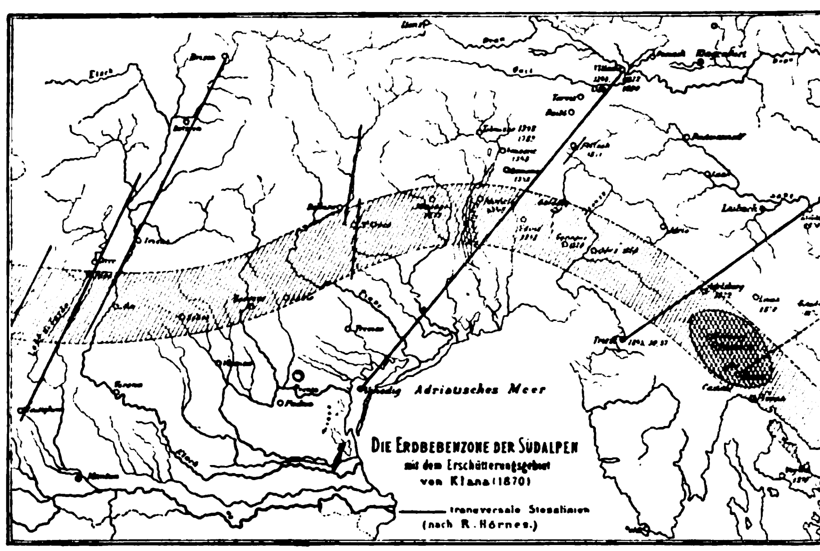


Fig. 11. **Die Erdbebenzone der Südalpen** (nach R. Hörnes).

punktsaxe liegen, und überdies waren auch solche Steinaufsätze in genau derselben Weise verschoben, welche im Schwerpunkt durch Eisenpflöcke an einander genietet waren, also eine künstliche Drehaxe im Sinne der obigen Nadelspitze besafsen.

Am Schlusse noch ein paar Worte über die Ursache des Erdbebens.

Es lag zunächst nahe, an die Höhlen des Karstgebietes zu denken. Die durch unterirdische Gewässer total unterwühlten Kalkgefilde des Karstes beginnen ja gleich hinter Laibach und ziehen sich von dort aus bis Nabresina und Triest hin. Schon vom Eisenbahnzuge aus erblickt man die eigentümlichen Karsttrichter oder Dolinen, schachtartige Vertiefungen, deren Durchmesser zwischen 10 und 1000 m schwankt,

und bei den Stationen Adelsberg und Divacca befinden sich die weltberühmten Grotten, die Adelsberger und St. Canzian-Höhle, die sich kilometerweit unter dem Erdboden hinziehen. Es lag nahe, sagte ich, an den Deckeneinsturz solcher Höhlen zu denken, und in der That hatte sich diese Meinung zunächst verbreitet.

Aber wer mit den einschlägigen Verhältnissen einigermafsen vertraut ist, weifs, dafs derartige Höhleneinstürze nur sehr lokale Wirkungen ausüben; das Laibacher Beben hatte einen viel zu ausgedehnten Verbreitungskreis. Die sofortige Untersuchung der Adelsberger und St. Canzian-Höhle ergab denn auch, dafs darin nicht das geringste passiert war. Das Beben ist zweifellos ein tektonisches gewesen, wie es in jugendlichen Faltengebirgen und gerade in diesem Teil der österreichischen Kalkalpen nur zu häufig beobachtet worden ist. Die Beben von Villach 1348, und später von Klana 1870, Udine 1872, Agram 1880, Wien-Neustadt u. s. w. gehören alle in diese Klasse der Dislokationsbeben, welche Verrückungen der Erdschollen längs Spalten und Brüchen in Felsengerüste ihren Ursprung verdanken. Auch Laibach hat in früheren Jahrhunderten eine ganze Reihe verheerender Erdbebenkatastrophen erlebt, wie dies die Aufzeichnungen des Krainischen Geschichtsschreibers Johann Weichard Freiherr von Valvasa in seinem 1689 gedruckten Werke bekunden, so namentlich in den Jahren 1511 und 1512, dann weiter 1575, 1641 und 1684.

Es ist das Verdienst des berühmten Wiener Geologen E. Suefs, ferner dasjenige von Hörnes, Bittners, Höfers, Wähners und anderer Forscher, die lokalen Verhältnisse der österreichischen Beben näher untersucht zu haben. Die Stofslinien, welche meistens quer zum Streichen der Ostalpen verlaufen, sind auf der vorstehenden Karte (Fig. 11, nach Hörnes) eingezeichnet. Durch die Erkenntnis, dafs diese Stofs- oder Bebenlinien nicht regellos verteilt, sondern an bestimmte, immer wieder erschütterte Linien gebunden sind, denen in der Regel eine tektonische Bedeutung zukommt, indem sie mit Bruch- oder Störungslinien zusammenfallen, ja sich meist orographisch als solche erkennen lassen, ist ein neuer Fortschritt in der dynamischen Geologie angebahnt, der sicher einmal für die Erdbebenprognosen von praktischer Bedeutung werden wird [2]).

[2]) Diesen Zusammenhang zwischen tektonischen und Bebenlinien konnte Suefs besonders für die von Wien nach Wiener=Neustadt verlaufende Bruchlinie (Thermallinie), ferner für eine von Wiener=Neustadt sich nach Böhmen erstreckende Linie (Kamplinie) und eine sich südlich anschliefsende, welche durch das Mürzthal und über den Semmering nach Steiermark eindringt,

Doch bei anderer Gelegenheit mehr von den Theorien. Wer die Verhältnisse, die sich in einer von Erdbeben betroffenen Stadt abspielen, auch nur zum Teil aus eigener Anschauung kennen gelernt hat, bei dem überwiegen die sinnlichen Eindrücke, der weifs, dafs rein menschliche Bilder sich überall in den Vordergrund drängen. Diese, nicht Theorien, wollte ich in erster Linie hier vorführen, und ich glaube, dafs ich dies so objektiv wie möglich gethan habe. Mögen auch meine Laibacher Freunde entschuldigen, wenn sie diese Blätter in die Hand bekommen und so an Tage erinnert werden, die für alle Beteiligten Tage der Betrübnis waren.

(Mürzlinie) nachweisen. Orographisch ist vor allen die Thermallinie ausgezeichnet, an der die Kalkalpen plötzlich abbrechen und sich das Wiener Senkungsfeld anlehnt. Die dort zahlreich auftretenden Thermen stehen mit diesem Bruch in Verbindung.

Reichtum einzelner Sternhaufen an veränderlichen Sternen.

Der Ameisen-Fleifs des unter der Leitung von E. C. Pickering am Observatorium des Harvard College arbeitenden Stabes von 40 Astronomen und Astronominnen hat wiederum eine interessante Entdeckung gezeitigt, die ohne ein in so grofsem Stil organisiertes Zusammenarbeiten zahlreicher Kräfte wohl noch lange hätte auf sich warten lassen. Der Leiter der von uns schon oft erwähnten, seit einigen Jahren in Arequipa errichteten Filiale des Harvard-Instituts, Prof. Bailey, hat nämlich auf Grund zahlreicher photographischer Aufnahmen die merkwürdige Thatsache konstatiert, dafs gewisse verdichtete, kugelförmige Sternhaufen in auffallendem Grade reich an veränderlichen Sternen sind. Untersucht wurden bisher 23 Sternhaufen, in denen 19050 Sterne in Bezug auf Veränderlichkeit geprüft und 509 (also etwa 3 pCt.) als veränderliche aufgefunden wurden. Bei näherem Zusehen ergiebt sich aber, dafs durchaus nicht alle Sternhaufen an dieser hohen Prozentzahl partizipieren. Vielmehr sind es unter den 23 untersuchten Objekten nur 4, die überaus reich an Veränderlichen sind. Diese vier, zu denen auch der berühmte Sternhaufen ω Centauri[1]) gehört, enthalten 7 pCt. veränderliche Sterne, während die übrigen 19 Sternhaufen nur weniger als 1 pCt. ergeben.

Über die Verhältnisse des herrlichen Sternhaufens im Centauren giebt das 33. Zirkular des Harvard College Observatory bereits nähere Auskunft. Von den 6400 Sternen, welche die 150 aufgenommenen Negative erkennen lassen, waren 3000 hell und deutlich genug, um eine Helligkeitsmessung zu gestatten. Die von Bailey und Mifs Leland ausgeführten 10000 Messungen stellten 125 Variable (4,2 pCt. der Gesamtzahl) fest, so dafs in Bezug auf die Häufigkeit der Veränderlichen

---

1) Eine vortreffliche Reproduktion einer Baileyschen Aufnahme dieses Objekts wurde unseren Lesern im siebenten Bande dieser Zeitschrift (Seite 187) vorgeführt.

dieser Sternhaufen noch weit hinter Messier 3 (in den Jagdhunden) mit 15 pCt. Variablen zurückbleibt.

Die Periodendauer ist bis jetzt bei 106 Veränderlichen des Centauren-Sternhaufens ermittelt worden. Dieselbe schwankt zwischen 6 Stunden 11 Minuten einerseits und 475 Tagen andererseits; es überwiegen jedoch die kurzen Perioden, denn bei 98 Sternen vollzieht sich der Lichtwechsel, dessen Betrag übrigens nie weniger als eine halbe Gröfsenklasse beträgt, in einem Falle sogar 5 Gröfsenklassen ausmacht, in weniger als 24 Stunden. Die Lichtkurve der meisten Veränderlichen von ω Centauri verläuft aufserordentlich regelmäfsig, indem sie eine beständige Helligkeitsänderung anzeigt, bei der allerdings die Zeit des Zunehmens nur etwa ein Fünftel oder einen noch kleineren Bruchteil der ganzen Periode ausmacht. Indessen sind auch einzelne Sterne vorhanden, deren Lichtwechsel einen komplizierteren oder ungewöhnlichen Verlauf nimmt. Höchst merkwürdig ist jedenfalls die grofse Regelmäfsigkeit, mit der sich die Schwankungen immer wiederholen; bei einem Stern hat man bereits mehr als 5000 Perioden in völlig ungestörter Regelmäfsigkeit verfolgen können.

Wenn man eine Erklärung für diese merkwürdigen Thatsachen sucht, so wird man in erster Linie natürlich an Pickerings Verfinsterungstheorie und an Zöllners Rotationstheorie[2]) zu denken haben, doch ist es wohl bis jetzt noch nicht an der Zeit, näher auf Hypothesen einzugehen. Jedenfalls würde die Annahme irgend welcher Bewegungsvorgänge uns am ehesten befriedigen können, zumal dadurch auch verständlich werden würde, dafs ein so nahe mit ω Centauri und Messier 3 verwandtes Objekt wie der grofse Herkulessternhaufen[3]) unter 1000 Sternen nur 2 Veränderliche aufweist, also ganz auffallend arm an Variablen ist. Eine gemeinsame Ebene der Bahnbewegungen oder Axendrehungen der Mitglieder eines jeden kugelförmigen Sternhaufens würde dann nämlich solche auffallenden Unterschiede, wie wir eben hervorgehoben haben, nach Pickering begreiflich machen. Bei den an Veränderlichen reichen Sternhaufen würde unser Standpunkt jedenfalls nahe dieser gemeinsamen Drehungsebene anzunehmen

---

[2]) Pickering hat zuerst den Lichtwechsel des Algol durch die später glänzend bestätigte Annahme erklärt, dafs der Stern von einem grofsen, dunklen Begleiter umkreist werde, der uns in regelmäfsigen Zwischenräumen den leuchtenden Zentralkörper verdeckt. Zöllner glaubte die regelmäfsigen Lichtschwankungen einer anderen Gruppe von Veränderlichen auf ungleiche Leuchtkraft der Oberflächenteile in Verbindung mit der Wirkung der Rotation der Gestirne zurückführen zu sollen.

[3]) Vergl. Himmel und Erde, Bd. VI, Seite 105 f.

sein, während die gemeinsame Ebene des Herkulessternhaufens auf der Gesichtslinie annähernd senkrecht stehend zu denken wäre, so dafs weder durch Rotation noch durch Umlaufsbewegungen der Sterne irgend welche Lichtschwankungen hervorgerufen werden könnten.

F. Kbr.

Entdeckung der Sonnenfinsternis des Agathocles auf einer Inschrift.

Diodor erwähnt in seinem 20. Buche, dafs Agathocles, Tyrann von Syrakus, um der Bedrängung durch die karthagischen Schiffe zu entgehen, den Plan fafste, die Karthager in ihrem eigenen Lande anzugreifen. Als er von Syrakus mit einer Flotte zu diesem kühnen Zuge auslief, geschah es, dafs sich am hellen Tage plötzlich die Sonne ganz verfinsterte und überall Sterne am Himmel sichtbar wurden. Diese totale Sonnenfinsternis, die zu der Zeit vorfiel, als Hieromnemon Archont von Athen war, ereignete sich, wie verschiedentliche astronomische Untersuchungen ergeben haben, am 15. August 310 vor Christi. Die Finsternis hat für die theoretische Astronomie eine besondere Wichtigkeit erlangt, da sich der Ort, wo Agathocles zur Zeit der Sonnenfinsternis segelte, ungefähr bestimmen läfst, und man daher auch die aus unserer Mondtheorie folgende Lage der Zentralitätszone der Finsternis mit der faktisch stattgefundenen Zone vergleichen, und also entsprechende Schlüsse auf Verbesserung der Theorie ziehen kann. Jedoch bildete Diodors Bericht bisher das einzige vorhandene Zeugnis über die Wahrnehmung jener grofsen Finsternis des Altertums, denn Justin, der die Finsternis ebenfalls erwähnt, hat seine Nachricht wahrscheinlich aus derselben historischen Quelle geschöpft wie Diodor. Vor einiger Zeit hat sich nun in ganz unerwarteter Weise eine weitere Bestätigung der Finsternis vorgefunden. Die Erwähnung derselben ist nämlich auch auf einem neuerdings entdeckten Bruchstücke der sogenannten „parischen Marmorchronik" enthalten. Die parische Marmorchronik besteht aus mehreren Steinstücken, die mit Inschriften von hohem Alter bedeckt sind. Der Hauptrest wurde bei Gelegenheit von Bauten auf der Insel Paros aufgefunden; Lord Arundel liefs ihn 1626 nach England bringen, wo er sich derzeit im Museum zu Oxford aufgestellt befindet. Diese parische Marmorchronik ist nun durch den Umstand, dafs die Inschrift des Marmors eine kurze Übersicht der wichtigsten Ereignisse der griechischen Geschichte bis zum Jahre 264 v. Chr. geben will, eines der wichtigsten Dokumente für die Geschichtsforschung geworden und

zwar sind bei der Aufzählung der Thatsachen jedesmal die Namen der athenischen Archonten (der höchsten Magistratsperson, deren Amtsjahr die griechische Zeitrechnung vielfach anführt) genannt, in deren Amtszeit das betreffende Ereignis fällt. Das bisher bekannte Bruchstück der Chronik reicht indessen nicht bis 264 v. Chr., sondern nur bis 355 v. Chr., so dafs also die Existenz eines Restes der Marmortafel vorausgesetzt werden durfte. Im Jahre 1897 fand nun ein Gutsbesitzer auf der Insel Paros in der Nähe des Städtchens Parikia bei Nachgrabungen an einer Stelle, die schon früher wegen dort vorhandener unterirdischer Gewölbe u. dgl. bekannt gewesen war, eine zerbrochene Marmorplatte, deren Untersuchung durch Archäologen keinen Zweifel daran liefs, dafs man es hier mit einem weiteren Bruchstücke der parischen Marmorchronik zu thun habe. Die Platte enthält in ihrer Inschrift eine Fortsetzung der Chronik der Zeitereignisse vom Jahre 336 bis 299 v. Chr., so dafs also, da die Chronik angeblich mit 264 v. Chr. abschliefsen soll, das Vorhandensein eines noch weiteren Bruchstückes oder mehrerer Theile vorausgesetzt werden darf. Nach den Dimensionen des Fundes zu urteilen, mufs die Gesamthöhe der ehemaligen Inschriftfläche über 2 Meter betragen haben. Wie die im letzten Jahrgange der Mitteilungen des deutschen archäologischen Institutes zu Athen erfolgte Veröffentlichung der Inschrift des neuen Marmorbruchstückes erkennen läfst, erwähnt die Chronik auf der 20. Zeile unter dem Archonten Polemon eine Sonnenfinsternis und gleichzeitig des Ptolemaios Sieg bei Gaza über Demetrios und des Seleukos Sendung nach Babylon. Da das Amtsjahr Polemons 312 bis 311 v. Chr. ist und die Schlacht bei Gaza ins Frühjahr 312 fällt, so müfste hier wohl auch eine 312 oder 311 vorgefallene Sonnenfinsternis gemeint sein. Überdies kann es sich nur um eine sehr bedeutende Finsternis, d. h. um eine zentrale und wahrscheinlich für Paros oder doch wenigstens Athen sehr beträchtliche handeln, da die Marmorchronik, wie gesagt, nur von den bemerkenswertesten Ereignissen und zwar in kurzer annalistischer Form Meldung macht. Die astronomische Berechnung der Sonnenfinsternisse für jene Zeit ergiebt aber, dafs von 317 v. Chr. bis 310 keine halbwegs nennenswerte Sonnenfinsternis für Griechenland und dessen Inselgruppen möglich gewesen ist, mit Ausnahme der berühmten Sonnenfinsternis des Agathocles, die am 15. August 310 v. Chr. stattgefunden hat. Die Zentralitätszone dieser Finsternis lief nach einem vom Verfasser dieses Berichtes eben veröffentlichten Werke, welches über die Sicht-

barkeitsverhältnisse der Finsternisse eines bedeutenden Zeitraumes detaillierte Auskünfte giebt,*) nicht nur über Sizilien, wo die Totalität den Tyrannen Agathocles erschreckte, sondern auch über Griechenland, und zwar lag Athen innerhalb der Zone, so dafs dort die Phase der Verfinsterung ebenfalls total war. Die Insel Paros liegt etwas südlich von der Zentralitätszone der Finsternis, jedoch so wenig davon entfernt, dafs auf Paros die Phase immer noch über $10^6/_{10}$ Zoll betragen haben mufs. Möglicherweise kann also die Sonnenfinsternis von Bewohnern der Insel selbst bemerkt worden sein, und der Verfasser der Marmorchronik verzeichnete sie deshalb als ein denkwürdiges Ereignis auf der Marmortafel, oder die Nachricht über die grofse Finsternis stammte aus Athen und wurde gleichzeitig mit anderen Nachrichten der Chronik einverleibt. Die parische Marmorchronik setzt also die Sonnenfinsternis irrtümlicherweise unter den Archonten Polemon, während sie unter die Ereignisse zu Zeiten des Archonten Hieromnemon (310 v. Chr.) eingereiht werden sollte. Übrigens giebt die Marmorchronik für den kühnen Zug des Agathocles gegen Karthago die Zeit des Archonten Hieromnemon selbst an, so dafs kein Zweifel darüber besteht, dafs dem Verfasser der Marmorchronik das richtige Datum der Finsternis nicht mehr gegenwärtig war und die Differenz von 1 bis 2 Jahren nur ein Gedächtnisfehler ist. Nachdem die gebildete Welt durch Jahrhunderte hindurch über die Finsternis des Agathocles nur ein schriftliches Zeugnis besafs, erhält sie darüber also jetzt noch eine andere, sozusagen steinerne Bestätigung.

G.

Die Temperatur des Mondes, über die von verschiedenen Forschern bisher meist noch sehr verschiedene Vermutungen aufgestellt wurden, ist neuerdings von Frank W. Very zum Gegenstand einer bolometrischen Untersuchung gewählt worden. Unter Anwendung von Methoden, auf die wir hier nicht eingehen können, findet eine durchschnittliche Vollmondtemperatur von + 97° C. Entgegen der früher vielfach geäufserten Meinung, dafs der Mangel einer Atmosphäre auf dem Monde jede erhebliche Erhöhung der Oberflächentemperatur trotz intensiver Sonnenstrahlung ausschliefsen dürfte, glaubt

*) F. K. Ginzel, Spezieller Kanon der Sonnen- u. Mondfinsternisse für das Ländergebiet der klassischen Altertumswissenschaften, von 900 v. Chr. bis 600 n. Chr. Bearbeitet auf Kosten und herausgegeben mit Unterstützung der Königl. preuss. Akad. d. Wissensch. — Berlin, Mayer u. Müller, 1899.

also Very doch auf eine infolge der langen Tagesdauer*) fast bis zum Siedepunkt des Wassers steigende Erhitzung der Mondoberfläche schliefsen zu müssen, die allerdings bei Vorhandensein einer Atmosphäre noch erheblich steigen würde. Sicherlich folgt der hohen Mittagstemperatur während der 14tägigen Nacht bei der durch nichts gehinderten Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum eine enorme Abkühlung, welche bis nahe auf die Temperatur des Weltraums zurückführen mufs.

Blitzableiter für elektrische Leitungen.

Einer der Hauptvorzüge der unterirdisch verlegten Kabel ist die Sicherheit gegen Blitzgefahr. Bei den Telegraphen- und Telephonleitungen benutzt man wegen des billigeren Preises, bei der Übertragung hochgespannter Ströme wegen der leichteren Isolation in den meisten Fällen Freileitungen, und man wird somit vor die Notwendigkeit gestellt, durch eine passende Blitzschutzvorrichtung die Leitung und das in ihrer Nähe arbeitende Personal zu schützen. Bei den Schwachstromleitungen ist dies verhältnismäfsig leicht. Man hat nur von mehreren Stellen der Leitung aus einen Draht nach der Erde zu ziehen und mit ihr in bekannter Weise in gut leitende Verbindung zu bringen. Um zu vermeiden, dafs der Betriebsstrom durch diese Leitung ebenfalls abfliefse, wird in dieselbe eine Unterbrechungsstelle eingeschaltet von einer so geringen Länge, dafs der Blitz sie ohne weiteres zu überspringen vermag, während dies für den niedrig gespannten Betriebsstrom nicht möglich ist. Ein bekanntes Beispiel derartiger Blitzschutzvorrichtungen bildet der Plattenblitzableiter: er besteht aus zwei durch ein Stück paraffingetränkten Papieres von einander getrennten Metallplatten, deren eine mit der Leitung verbunden ist, während die zweite mit der Erde in Verbindung steht. Hier wird das Papier von dem Blitze leicht durchschlagen. Ganz ähnlich ist der von der Post zur Sicherung der Fernsprechapparate benutzte Spindelblitzableiter eingerichtet, bei welchem ein Stück des Leitungsdrahtes durch eine dünne Seidenumspinnung isoliert ist, während an der Aufsenseite dieser isolierenden Schicht ein nach der Erde führender Draht liegt.

*) Bekanntlich dauert der Sonnenschein an jedem Punkte der Mondoberfläche volle 14 unserer Tage, da die Rotationsdauer des Mondes mit der Dauer seines Umlaufes um die Erde zusammenfällt.

Nicht ganz so einfach ist es, eine Starkstromleitung zu sichern, da sich nach erfolgtem Übergang eines Funkens ein Flammenbogen bildet, welcher nunmehr die Leitung dauernd in Verbindung mit der Erde hält. Liegt der zweite Pol der die Leitung speisenden Dynamomaschine an Erde, was beispielsweise bei Strafsenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung der Fall ist, so veranlafst der durch den Blitz herbeigeführte Erdschlufs die Entstehung eines sehr starken Stromes, der die Leitung zum Schmelzen bringen oder sonstiges Unheil anrichten könnte. Man mufs also den sich bildenden Flammenbogen möglichst schnell zu beseitigen trachten. Zu diesem Zwecke hat man mannigfache Vorrichtungen ersonnen. Man leitet z. B. den durch den Flammenbogen von einer Platte des Blitzableiters zur andern gehenden Strom noch durch einen Elektromagneten; dieser zieht ein Eisenstück an,



welches mit einer der beiden Blitzplatten in Verbindung steht, und dadurch wird diese Platte von der ihr gegenüberstehenden um ein beträchtliches Stück entfernt, der Flammenbogen also zerrissen. Die Einrichtung solcher Vorrichtungen ist zumeist derartig, dafs sie nach dem Funktionieren in ihre richtige Lage gebracht werden müssen, also nicht wieder selbstthätig gebrauchsfertig werden. Man kann aber auch den Elektromagneten so aufstellen, dafs sich der Flammenbogen quer zwischen seinen Polen hindurchziehen mufs. In diesem Fall spielt sich die umgekehrte Erscheinung ab wie bei der Ablenkung der Magnetnadel, d. h. der Flammenbogen, der ja einen beweglichen Stromleiter darstellt, wird zur Seite gedrängt und auf diese Weise zerreifst er ebenfalls. Alle Einrichtungen, welche Elektromagnete benutzen, sind nicht ganz einwandfrei, da elektrische Entladungen dem Wege durch die Windungen einer Drahtrolle leicht irgend einen Nebenweg vorziehen.

Die denkbar einfachste Lösung der Aufgabe scheint eine Konstruktion von Siemens und Halske zu bilden, welche Hörner-

blitzableiter genannt wird und umstehend abgebildet ist. Hier springt der Blitz zwischen zwei Drahtbügeln über, welche unten nahe an einander stehen, sich aber nach oben hörnerförmig von einander entfernen. Der gebildete Flammenbogen wird durch die erwärmte und dann aufsteigende Luft in die Höhe getrieben; dieses Aufsteigen wird noch dadurch unterstützt, dafs die von dem Strome umschlossene Fläche, also die Fläche zwischen den Bügeln und dem Flammenbogen sich möglichst zu vergröfsern sucht, ein Bestreben, das auf die gegenseitige Abstofsung der in entgegengesetztem Sinne durchströmten einander gegenüberliegenden Teile des Stromkreises zurückzuführen ist. Aus diesen beiden Ursachen steigt also der Flammenbogen nach oben, dadurch wird er länger und zerreifst. Unser Titelblatt zeigt einen solchen Blitzableiter in Funktion, und zwar unter dem Einflusse eines Stromes von 10 000 Volt Spannung. Das eine Bild giebt eine Daueraufnahme von etwa 2 Sekunden, während deren der Lichtbogen nach oben wandert und erlischt. Das zweite Bild stellt eine Reihe von Aufnahmen dar, welche mit Hilfe eines sich abwechselnd öffnenden und schliefsenden Momentverschlusses gemacht wurden. Man sieht hier also den Flammenbogen in einzelnen Stadien.

Die Beamten der elektrischen Centrale in Brakpan (Südafrika) berichten, dafs am 11. März dieses Jahres ein solcher Blitzableiter fast während des ganzes Nachmittages im Betriebe war; einmal traten während 10 Minuten 72 Entladungen und durch sie hervorgerufene Flammenbogen auf; die aber keinerlei Störungen im Gefolge hatten. Es scheint also, dafs die einfache aber recht interessante Vorrichtung ihren Zweck sicher zu erfüllen vermag. Sp.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Förderungs-Anlage.



Waschmaschinen für blaue Erde.

Zu „Südafrika's Diamanten".

Himmel und Erde.

Die Meeresforschung der Gegenwart, ihre Ergebnisse und Probleme.

Von **P. Joh. Müller** in Zittau.

Schon in den ältesten Zeiten hat das Meer mit seinen wechselvollen grofsartigen Erscheinungen, seiner elementaren Gewalt, seiner nie rastenden, zerstörenden und wieder aufbauenden Thätigkeit, seiner auf die Gestaltung der Küsten und der Lebensweise ihrer Bewohner tief eingreifenden Wirkung, seinem reichen Tier- und Pflanzenleben die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt und dieselben zu tieferem Nachdenken und ernsterem Studium angeregt. Doch eine richtige und gründliche Kenntnis der Meeresverhältnisse ist erst eine Errungenschaft der Gegenwart in ihren letzten Jahrzehnten.

Die Triebfeder dazu waren zunächst praktische Interessen. Die Legung der Telegraphenkabel erforderte eine vorausgehende Lotung der Meerestiefen und eine sorgfältige Untersuchung des Meeresgrundes. Das erste Kabel wurde 1850 zwischen Dover und Calais gelegt, und die unterseeische Verbindung zwischen Europa und Amerika durch das Riesenschiff Great Eastern 1866 ausgeführt. Gegenwärtig sind alle Erdteile durch Kabel verbunden, so dafs man z. B. von London aus nach allen überseeischen Handelsplätzen von Bedeutung telegraphieren kann. Aber auch der Grofsfischereibetrieb hat durch die Meeresforschung eine ungeahnte Förderung erfahren, indem sie die Gesetze erkundete, welche die Kolonnen der Wanderfische in bestimmte Bahnen leiten. Die Seeschiffahrt aber ist nicht nur in ganz neue Wege gelenkt worden, sondern erfolgt auch heutzutage fast mit der Pünktlichkeit und Sicherheit kontinentaler Verkehrsmittel, wofür

die vom Deutschen Reiche subventionierten Postdampfer des 1854 gegründeten Norddeutschen Lloyd ein beredtes Zeugnis ablegen.

Diesen rein praktischen Interessen reihen sich aber wissenschaftliche von der höchsten und weittragendsten Bedeutung an. Epochemachend für die Meereskunde waren zunächst die drei grofsen von Deutschland, England und Amerika in den siebenziger Jahren unternommenen wissenschaftlichen Expeditionen der Korvetten Gazelle, Challenger und Tuscarora.

Die Gazelle durchkreuzte 1874—76 unter dem Kommando des Kapitäns zur See, Freiherrn v. Schleinitz, den Atlantischen Ozean; der Challenger stand während seiner langen Reise 1872—76 unter Kapitän Nares und später unter Kapitän Thomson. Die Bearbeitung des gesamten Materials dieser Weltumsegelung beschäftigte bis 1895 einen Stab von sieben ausgezeichneten Naturforschern. In einer Reihe von nicht weniger als 50 grofsen Bänden, von denen allein der zoologische Teil gegen 50 M kostet, sind die Resultate ihrer Arbeit niedergelegt. Die Amerikaner wählten als Arbeitsfeld den Teil des Atlantischen Ozeans längs der Antillen, sowie die Südsee von der Westküste Mexikos bis zur weltverlorenen Inselgruppe der Galapagos und zur Küste Japans. Der österreichische Dampfer Pola untersucht gegenwärtig Mittelmeer und Rotes Meer, ein russisches Kanonenboot den Kaspisee. Nord- und Ostsee stehen unter alljährlicher fortlaufender Beobachtung, an welcher Prof. Krümmel in Kiel rühmenswerten Anteil nimmt. Eine deutsche Südpolexpedition wird unter Leitung des Grönlandforschers von Drygalski ausgesendet, während die belgische unter Leutnant Gerlachen, die im Sommer 1897 ihre Reise nach der Antarktis antrat, seit 13. Januar 1898 leider verschollen ist.*) Glücklich löste dagegen der unlängst zurückgekehrte deutsche Dampfer Valdivia unter Leitung des Leipziger Professors Chun seine Aufgabe, an den afrikanischen Küsten, zumal des Indischen Ozeans, namentlich aber auch im südlichen Eismeer Untersuchungen über das Plankton, d. h. die schwimmende Pflanzen- und Tierwelt der Meeresoberfläche anzustellen und dabei Lotungen der ozeanischen Tiefen auszuführen.

Solche Expeditionen müssen natürlich, um erfolgreich zu sein, Instrumente ganz besonderer Art mitführen, die mit viel Scharfsinn erdacht und auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit gebracht worden sind.

Zu Lotungen der Meerestiefen bediente man sich anfangs nur

*) Ist neuerdings zurückgekehrt, aber wenig über 71° s. Br. hinausgekommen.

eines Hanfseiles von 2—3 cm Dicke, an welchem eine Bleikugel oder ein Eisenzylinder befestigt waren, der sich beim Aufstofsen auf den Meeresgrund loslöste und liegen blieb, so dafs dadurch die erreichte Tiefe verraten wurde. Später erhielt zunächst das zylindrische Lot eine Bodenhöhlung, die mit Talg gefüllt war. An demselben hafteten dann die Bestandteile des Grundes, die freilich auf dem langen Wege zur Meeresoberfläche meist wieder abgewaschen wurden. Deshalb versah man das Lot mit einer Kammer, die unten durch ein Schmetterlingsventil verschlossen war; es öffnete sich beim Eindringen in den Meeresboden und die Kammer füllte sich mit Tiefseeschlamm. Beim Aufholen des Lotes wurde das Ventil durch den Wasserdruck wieder geschlossen, so dafs nichts herausfallen konnte. Ein schnelleres Hinabgleiten des Lotes erzielte man durch Zentnergewichte, die beim Aufstofsen sich loslösten, was man am Schlaffwerden der Leine erkannte. Da nun aber ein Hanfseil von 8000 m Länge aus einem Stücke sein mufs, daher viel Geld kostet und schon an und für sich mehrere Zentner wiegt, so verwendet man jetzt fast nur noch Klaviersaitendraht. Von diesem wiegen 8000 m nur 1 Zentner bei einer Tragkraft von mindestens 2 Zentnern und kosten doch nur 15 M. Mit einem derartigen Apparate vermochte Sigsbee in einem Jahre allein 2000 Lotungen auszuführen, ohne auch nur 1 m Draht zu verlieren, während es der Challenger täglich nur bis zu zwei Lotungen brachte. — Das Hinabgleiten der Leine beansprucht bei einer Tiefe von 3000 m schon 50 Minuten Zeit, wobei sich die Ablaufsgeschwindigkeit stetig verringert. Trotz der geringen Zusammendrückbarkeit des Seewassers ist nämlich dasselbe in den grofsen Tiefen des Ozeans schon erheblich komprimiert. Wird doch die Wassersäule am Grunde der Ozeane durch ihren eigenen Druck um 200 m verkürzt. Der Spiegel der Meere würde 35 m höher stehen und eine Fläche wie Rufsland, nämlich 5 Mill. qkm Festland, überfluten, wenn das Meerwasser nicht zusammendrückbar wäre. Naturgemäfs steigert sich mit zunehmender Tiefe sein spezifisches Gewicht, so dafs das Lot immer langsamer sinken mufs. Das Wiederaufwinden desselben beansprucht eine Zeit von 1—2 Stunden.

Einen genialen, aber der Vervollkommnung doch noch recht bedürftigen Apparat hat W. von Siemens erfunden. Da mit der Tiefe des Wassers die Entfernung des Schiffes von dem erheblich schwereren Meeresgrunde wechselt, so mufs sich auch die Anziehung des Grundes auf einen im Schiffe befindlichen Körper ändern. Siemens nahm nun eine 1 m lange Röhre mit trichterförmigem, nach abwärts gerichtetem Ende,

verschlofs dieses mit einem sehr dünnen elastischen Stahlblech und füllte etwas Quecksilber darüber. Sobald nun das Quecksilber an seichten Stellen vom nahen Meeresgrunde stärker angezogen wurde, wölbte sich das Blech nach unten, über gröfseren Tiefen dagegen flachte es sich ab. Diese freilich nur winzige Verschiebung der Stahlmembran wurde mittelst einer Mikrometerschraube gemessen. Bei nicht zu grofsen Tiefen erhielt man so ein ganz befriedigendes Resultat, welches mit der Lotleine kontrolliert wurde.

Um Bodenproben und Tiefseeorganismen in gröfserer Menge, letztere womöglich lebend, ans Tageslicht zu befördern, bedient man sich des Schleppnetzes und der Tiefseereuse. Während das Netz längere Strecken hinter dem Schiffe hergezogen wird und dabei mit den scharfen Rändern seines Rahmens den Meeresgrund durchpflügt, verharrt die Reuse ruhig in der Tiefe. In ihrem Innern ist eine elektrische Glühlampe angebracht, für welche die Drähte den Strom liefern, die den Apparat in die Tiefe sinken lassen. Durch das elektrische Licht wird ein grofser Umkreis erhellt und die hier befindliche Tierwelt in das Gefängnis gelockt, das sich beim Hinaufwinden automatisch schliefst, so dafs kein Entweichen des Inhalts möglich ist. Es ist sogar gelungen, vermittelst eines in mäfsige Tiefen versenkten photographischen Apparates gleichfalls unter Mitwirkung des elektrischen Lichtes ein Stück Meeresgrund zu photographieren. Wunderlich genug sieht eine solche Photographie aus, bei deren Anblick man sich in eine Märchenwelt versetzt glaubt. Korallen verschiedener Art bilden z. B. in der Floridastrafse förmliche unterseeische Schlösser mit Zinnen und Erkern, Türmchen und Bastionen. Dazwischen befinden sich Gärten, bewachsen mit Seetang und Seeanemonen; darin niedliche Gitter- und Glasschwämme, garneelenartige Krebstierchen, das abenteuerliche Medusenhaupt, seltsam geformte Haar- und Schlangensterne, Seescheiden, Seelilien und Seerosen, wie Pilze festgewachsen mit staubfädenähnlichen Fangarmen; sonderbare Leuchtfische mit hervorquellenden Augen und gezähntem Rachen, Asselspinnen mit strohhalmdünnen Beinen gleich wandelnden Skeletten, auf Beute lauernde Krebse mit drohend gehobener Schere.

Wasserproben bringt man aus allen Tiefen durch automatisch wirkende Schöpfapparate herauf, um sie an Bord des Schiffes chemisch zu untersuchen und so die Lebensbedingungen der Tiefseeorganismen zu ergründen, über die Marshall hochinteressante Aufschlüsse giebt und Häckel wunderbares zu erzählen weifs.

Die Temperatur in verschiedenen Meerestiefen zeigen an der

Lotleine in gewissen Abständen befestigte Tiefseethermometer an. Ein solches im Werte von etwa 45 M. mufs in 8000 m Tiefe einen Druck von 16 Zentnern aushalten können, daher einen doppelten Mantel haben, dessen Zwischenraum mit komprimierter Luft gefüllt ist. Der Challenger wendete statt der immer noch leicht zerbrechlichen Thermometer, die, wenn sie, wie z. B. im Schwarzen Meere, aus kälteren in wärmere Schichten hinabgleiten, obendrein falsche Angaben machen, versuchsweise Klaviersaitendraht und den galvanischen Strom an. Temperatur-Ab- und -Zunahme ändert den Leitungswiderstand des Drahtes und somit auch die Stärke des Stromes. Dessen Schwankungen lassen dann einen Schlufs auf die Temperaturen der Meerestiefen zu. Sogar an eine Verwendung des Telephons, welches durch Einschaltung von Widerständen bekanntlich zum Schweigen gebracht werden kann, hat man gedacht. Proben auf geringere Tiefen ergaben ein leidlich gutes Resultat.

Die Durchsichtigkeit des Meerwassers ermittelt man durch Versenken von hellen Scheiben, indem man die Tiefe feststellt, in welcher dieselben unsichtbar werden. Auch läfst man besonders präparierte photographische Platten bis zu Tiefen, wo die chemische Wirkung des Lichtes aufhört, hinab.

Als Muster eines zu Tiefseeforschungen geeigneten Schiffes konnte mit Fug und Recht der Challenger betrachtet werden. Er war eine gedeckte Korvette von 200 Tons mit einer Maschine von 400 Pferdekräften. Daneben besafs er noch eine doppelzylindrische kleine Dampfmaschine von 18 Pferdekräften mit Gangspilleinrichtung zum Einwinden der Schleppnetztaue und Lotleinen. Für den Gebrauch des wissenschaftlichen Stabes, dem Prof. Wyville Thomson vorstand, war ein geräumiges Arbeitszimmer eingerichtet, dem auch eine Bibliothek der besten Fachwerke in verschiedenen Sprachen nicht fehlte. Ferner waren zahllose Instrumente zu mikroskopischen Untersuchungen, zum Sezieren und Präparieren der Körper, lange Glaszylinder zum Aufbewahren namentlich der selteneren Tier- und Pflanzengattungen, Harpunen und sonstige Fangapparate zur Überlistung gröfserer Tiere, die dem Schleppnetz entgehen, vorhanden. Auf der entgegengesetzten Seite des Decks befand sich das chemische Laboratorium und diesem gegenüber das photographische Atelier. Auch ein grofses Aquarium hatte man zur Beobachtung interessanter, in noch lebendem Zustande emporgebrachter Meerestiere, eingerichtet.

Die Kosten einer solchen Expedition sind natürlich ganz beträchtlich, beliefen sie sich doch beim Challenger auf mehr als

4 Mill. M., obwohl die britische Regierung genannte Korvette unentgeltlich zur Verfügung gestellt hatte. Die Chunsche Expedition hatte allein aus dem vom Reichstag bewilligten kaiserlichen Dispositionsfond 300000 Mark erhalten; aufserdem beteiligten sich das Reichsamt des Innern und die kaiserliche Marine pekuniär an der Unternehmung. Die Gazelle endlich verbrauchte nahe an 1 Mill. Mark. Doch was sind diese Geldopfer im Vergleich zu den vielen und schönen Resultaten, welche erzielt wurden! Immer besser gelingt die Entzifferung der Geheimschrift, in welcher der Schöpfer des Himmels und der Erde seinen Schöpfungsbericht auch auf den Meeresgrund geschrieben hat.

Die Farbe des Meerwassers, um mit dem Augenfälligsten zu beginnen, fand man überall, wo nicht Meeresgrund, Organismen und einmündende Flüsse eine Veränderung herbeiführten, grün bis blau. Wenn wir aber bei Sonnenuntergang den Purpurglanz des westlichen Himmels im glatten Meere sich spiegeln sehen, dann scheint es wie Feuer zu glühen, und wie flüssiges Gold wogt es auf und nieder. Und wenn graue Gewitterwolken sich auftürmen, und grelle Blitze aus unheimlichen Wolkenmassen hervorleuchten, dann erregt Poseidon mit schwarzgrünen Wogen das Meer, und weifsen Möwen gleich flattern darauf die blinkenden Wellenkämme, welche die sich überstürzenden Wogen nur um so dunkler erscheinen lassen. Oft säumt ein Kranz blendendweifser Brandungswellen das smaragdgrüne Meer; doch azurblau leuchtet das krystallhelle Wasser des Golfstroms und im prachtvollsten Indigo der reizende Golf von Neapel. Indes in kleinen Mengen und in durchgehendem Lichte erscheint das Meerwasser wie Selterwasser so farblos und klar. Die verschiedenen Nüancierungen zwischen Blau und Grün sind vom Salzgehalt, der Temperatur, der Tiefe, sowie von Beimengungen abhängig. Weifse Scheiben erschienen einige Meter unter der Oberfläche grünlich, später bläulich-grün, in gröfseren Tiefen endlich blau, bis sie dem Auge entschwanden. In 80 m Tiefe herrscht gleichwohl noch das Licht der Vollmondnacht, bei 170 m Tiefe etwa die Stärke des Sternenlichtes in einer klaren, mondlosen Nacht. In die pelagischen Abgründe aber unterhalb 500 m gelangt kein Schimmer des Sonnenlichtes. Nur schwach wird hier und da die ewige Nacht erhellt durch den phosphorischen Glanz vieler Arten von Tiefseetieren mit oft merkwürdig grofsen Augen, mit denen sie wie beim Laternenschein ihrer Beute nachspüren.

Solches Leuchtvermögen besitzen auch Milliarden winziger Seetiere, zumal die stecknadelkopfgrofsen Larven der Quallen, welche die grofsartige Erscheinung des Meeresleuchtens hervorrufen. Sie ver-

wandeln unabsehbare Flächen in ein glitzerndes Feuermeer, welches das wie durch Flammen gleitende Schiff mit spiegelndem Silberschein erhellt. In der Nordsee zeigt sich das wunderbare Phänomen am häufigsten an schönen stillen Herbstabenden; doch kommt es zu jeder Jahreszeit, auch bei gröfster Kälte vor. Oft gehen aber Monate, selbst ganze Jahre hin, ohne dafs sich das Meeresleuchten in voller Schönheit zeigt.

Das Meerwasser ist bekanntlich von salzig-bitterem Geschmack und hat, wie z. B. an den Ostseebuchten, einen mehr oder minder unangenehmen Bromgeruch. Mehr als 40 Elemente, darunter selbst Silber und Gold, sind im Meerwasser enthalten, hauptsächlich als Kochsalz, Bittersalz, schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk, Jod- und Bromnatrium und Chlorkalium, deren Vorhandensein in den Steinsalzlagern von Stafsfurt, den Mineralquellen von Tölz und Kreuznach, sowie in dem Schlier von Oberösterreich deutlich genug für ehemalige Meeresbedeckung genannter Gegenden spricht. Aus dem kohlensauren Kalk, der sich hier und da in Dolomit verwandelt hat, bauen die Muscheln, Schnecken und Korallen ihre buntfarbigen Gehäuse auf. Obwohl 1 Tonne Meerwasser nach Keilhack nur 6 mg Gold im Werte von noch nicht 2 Pf. enthält, so macht dies doch bei Annahme eines allgemeinen Vorhandenseins dieses edlen Metalls im Meere schon so viel aus, dafs das Gold einen Würfel von 718 m Seitenlänge bilden würde, und jeder Bewohner der Erde $3\frac{1}{2}$ Mill. Mark erhalten könnte, an Silber nur den zehnten Teil dieser Geldsumme. Diese gewaltigen Schätze können aber niemals gehoben werden und sind für immer der menschlichen Gewinnsucht entzogen; denn der in den norwegischen Schären gemachte Versuch, das Gold auf Silberblechen galvanisch niederzuschlagen, erwies sich als erfolglos. — Wegen des hohen Salzgehaltes von durchschnittlich 3,5 %, der von den 5 m tiefen Nordostpassatflächen des Atlantischen Ozeans allein schon ausreichen würde, die britischen Inseln mit einer 4,7 m hohen Salzschicht zu überziehen, ist das Meerwasser beträchtlich schwerer als Süfswasser, besitzt daher auch eine gröfsere Tragkraft; bei 5 % Salzgehalt ermöglicht es nur noch wenigen Tieren die Existenz. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, das Seewasser trinkbar zu machen; sie haben bis jetzt zu keinem vollkommen befriedigenden Resultat geführt; Destillation und Gefrierenlassen lieferten immer nur ein schales Getränk, das nur die Not geniefsbar erscheinen liefs, und welches den Durst kaum zu löschen vermochte.

Die Wellenbewegung auf dem Meere hängt lediglich vom Winde

ab. An den Küsten der Nordsee erreichen die den Badenden so ungemein erfrischenden und stärkenden Wellen nur selten eine Höhe von 6 m. Unter hohen südlichen Breiten, wo Stürme die Herrschaft führen, fand der Challenger eine Maximalhöhe von 7 m; 15 m kommen nur im offenen Ozeane bei den heftigsten Orkanen vor; das ist aber auch schon haushoch. Die Wellen können bis 400 m lang sein und eine Geschwindigkeit von 18 m in der Sekunde haben, so dafs kein Radfahrer ihnen entrinnen könnte, und selbst ein Rennpferd eingeholt würde. Durch den Wellenschlag, der an Steilküsten zur tosenden Brandung wird, deren Donnergebrüll erst in Stundenweite verhallt, an Flachküsten aber nur ein monotones Rauschen verursacht, wird eine erhebliche Menge Elektrizität erzeugt, die bei Seebädern als wichtigster Heilfaktor zu betrachten ist.

Durch den Wind und die Erdrotation, durch die anziehende oder drückende Kraft von Sonne und Mond, in erster Linie aber durch den wechselnden Luftdruck und den verschiedenen Salzgehalt des Meerwassers entstehen die Meeresströmungen. Weitaus der wichtigste ist unstreitig der Golfstrom, dessen Verlauf namentlich durch Flaschenposten ermittelt worden ist. Diese vom Golf von Mexiko ausgehende, nach Spitzbergen und vielleicht gar nach dem Nordpol gerichtete Strömung bewegt sich anfangs schneller als der Rhein bei Hochwasser, nämlich 1,5—2,5 m in der Sekunde, indem die Geschwindigkeit mit den Jahreszeiten wechselt, in der Breite New-Yorks immer noch schneller als ein Fufsgänger; 75 Meilen östlich von Neufundland, wo der Strom sich fächerartig ausbreitet, ist er dem Auge kaum noch bemerkbar. In seiner Axe fliefst er schneller als an den Seiten, seine Tiefe beträgt 1000—1100 m; unterhalb derselben konnte der Challenger am 24. April 1874 eine mefsbare Bewegung nicht mehr finden. Die Breite des Stromes beläuft sich auf 4—40 Meilen, entsprechend im Maximum etwa der Entfernung zwischen Bremen und Magdeburg. Er zeichnet sich durch eine dunkelblaue Farbe aus und besitzt eine 4—5^0 höhere Temperatur als das umgebende Meer. Während sämtliche warme Meeresströmungen mehr als die Hälfte der Tropen-Wärme nach der gemäfsigten Zone tragen, giebt der Golfstrom allein $^1/_{12}$ der Wärme, welche die Äquatorialströmung ihm zuführt, an die Westküsten Europas ab. Dieselben werden durch ihn zumal im Winter beträchtlich erwärmt, und dieser erwärmende Einflufs macht sich noch 50 Meilen binnenwärts deutlich bemerkbar; nur die Pyrenäenhalbinsel ist ihm entzogen. Die sächsische Oberlausitz würde ohne den Golfstrom die Temperatur des sächsischen Sibiriens, von Oberwiesenthal

bis Karlsfeld, und der Kamm des Isar- und Riesengebirges nur wenige schneefreie Wochen haben. So aber sind selbst West- und Nordküste Spitzbergens während der Sommermonate ganz eisfrei. Mit Recht hat man den Golfstrom einen Warmwasserkessel Europas genannt. Während die Länder, an denen die kalten Polarströmungen mit ihren turmhohen und kilometerlangen Eisbergen entlang ziehen, menschenleere, baum- und strauchlose Einöden sind, findet man unter gleichen Breiten in Europa Myrte und Orange in Cornwall überwinternd, die Paläste von Christiania und Petersburg, die herrlichen Parkanlagen und Kaskaden der russischen Kaiserschlösser Gatschina und Peterhof. In Tropenländern erzeugen freilich auch warme Meeresströmungen die Malaria und das gelbe Fieber, den unheimlichen Weihnachtsgast von Rio de Janeiro, kalte Strömungen dagegen Trockenheit der Luft und Wüsteneien, wie die Salpeterwüste des nördlichen Chile und das öde Sandmeer von Lüderitzland, das erst 50 Meilen binnenwärts Savannen- und Buschcharakter annimmt.

Ebbe und Flut, deren Wirkung sich in Weser und Elbe bis über Bremen und Hamburg, in der Themse bis über Oxford hinaus geltend macht, verdanken zweifellos nach Newtons Hypothese den anziehenden Kräften von Sonne und Mond ihre Entstehung. Allein sie folgen weder in der Richtung, noch in Höhe und Eintrittszeit in befriedigender Weise der Theorie, der auch Whewell und Thomson mit ihrer harmonischen Analyse nicht auf die Beine zu helfen vermögen. Die der Zenithflut auf der entgegengesetzten Halbkugel der Erde jedesmal entsprechende Nadirflut steht mehr auf dem Papiere; der Stille Ozean scheint der Sonne, aber keineswegs dem Monde zu folgen, obwohl dessen anziehende Kraft $2\frac{1}{4}$ mal gröfser ist. Gerade die Flächen der tropischen Meere, auf welche die Anziehung von Sonne und Mond am kräftigsten einwirken sollte, zeigen auffallend geringe Gezeiten, die 1 m Höhe selten überschreiten und oft nicht einmal erreichen, während in den Breiten der gemäfsigten Zone die Flut zu bedeutender Höhe anwächst, die in der Fundybai 16 m, an der norwegischen Küste 2,4 m, am Nordkap 2,2 m und an der Küste Sibiriens noch immer 1 m beträgt. Die Richtung von Ost nach West ist bei der Flutwelle ferner keineswegs die Regel. So läuft die Flutwelle im Mittelmeer von Süd nach Nord, und schon Whewell und Lubbok haben nachgewiesen, dafs die Flut die europäischen Küsten von W. her anläuft, während sie an der Ostküste Amerikas von Morgen her kommt. Den Kanal durchläuft sie von Landsend bis Dover in 7 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 19,88 m p. Sek.;

ein um Schottland herumziehender, gleichfalls nach Dover gerichteter Zweig besitzt fast die doppelte Geschwindigkeit. Die vereinigten Flutwellen erreichen nach 12 Stunden die Elbemündung mit durchschnittlicher Geschwindigkeit von kaum 15 m p. Sek., und so scheint allenthalben die Flutwelle in der Richtung der Meridiane sich erheblich schneller zu bewegen als in der Richtung der Breitengrade. Dem sei nun wie ihm wolle, jedenfalls leisten Ebbe und Flut dem Fischfang und der Schiffahrt vortreffliche Dienste; auch würde ohne sie z. B. die Nordsee eines grofsen Reizes entbehren, der stets auf den Binnenländer einen unvergefslichen Eindruck macht.

Das Meer bedeckt etwa $^5/_8$ der ganzen Erdoberfläche, und ist kein Punkt derselben weiter als 500 Meilen vom Meere entfernt, z. B. Moskau 100 Meilen. Zudem stellte Nansen fest, dafs auch nach dem Nordpol zu nicht Festland, sondern Meer von 3800 m Tiefe sei. Auch im antarktischen Meere fand der deutsche Dampfer Valdivia zwischen der Bouvet-Insel und Enderby-Land Tiefen von 4—6000 m. Auffallend ist hier noch der niedere Luftdruck, der unter 70^0 südl. Breite nur 738—730 mm beträgt, während unter gleichen nördlichen Breiten das Barometer 758,2—760,7 mm zeigt. Es liegt die Vermutung nahe, dafs dies eine Folge der fortschreitenden Bewegung des Sonnensystems im Weltenraum ist. Da der Apex derselben der nördlichen Erdhalbkugel, etwa innerhalb 34—48,5^0 nördl. Breite, angehört, so kann die hier befindliche barometrische Hochdruckzone nicht Wunder nehmen; denn so dünn auch der den Weltenraum erfüllende Äther sein mag, eine hemmende, sich als Druck äufsernde Wirkung wird und mufs er auf die Bewegung der Erde nach dem Sternbilde des Herkules hin ausüben, während auf der entgegengesetzten Erdhälfte, die dem Ätherdruck ausweicht, eine barometrische Depression die Folge ist.

Die östliche Hemisphäre der nördlichen Halbkugel hat mehr als doppelt so viel Land als die westliche; nach Süden nimmt der Landumfang rasch ab, so dafs der 50^0 südl. Br. bereits 98$^0/_0$ Wasser hat. Dafs der südlichen Halbkugel die vorwiegende Wasserbedeckung von jeher eigen war, beweist aufser der ganz auffallenden Armut an lebenden und fossilen Pflanzen auf den dem Südpol selbst im weitesten Umkreis vorgelagerten Inseln auch der schon von Kapitän Rofs hier gefundene hohe Betrag des Erdmagnetismus, der den der Nordpolarzone fast um das doppelte, den des Äquators aber um das dreifache übertraf. Er scheint anzudeuten, dafs hier in der Antarktik die Abkühlung des Erdinnern, begünstigt durch den gewaltigen Kühlapparat

eines uralten Meeres, viel weiter fortgeschritten ist als auf der nördlichen Erdhälfte, die nebenbei gesagt auch die wärmere ist, so dafs die Erdkruste bis zu beträchtlich gröfserer Tiefe magnetisch werden konnte, während auf der nördlichen Hemisphäre schon in halber Tiefe die hohe Erdwärme das Erlöschen des Erdmagnetismus herbeiführt; denn schon 551° setzen ihm eine vorläufig unüberschreitbare Grenze. Die Seltenheit der vulkanischen Erscheinungen und der Seebeben unter hohen südlichen Breiten kann hiernach kaum wunder nehmen.

Eine abwechselnde, durch die Exzentrizitätsschwankungen der Erdbahn bedingte Überflutung beider Halbkugeln, wie sie Adhémar und Croll behaupteten, steht nach Gerland mit der Beobachtung in Widerspruch, dafs auf der südlichen Halbkugel, die gegenwärtig ihre Überflutungsperiode haben müfste, die Küsten, wie z. B. in Nordaustralien, Neuguinea und Neuseeland, ja selbst der Samoa- und Tonga-Inseln, vorwiegend langsam aus dem Meere auftauchen und die Bass- und Torresstrafse immer seichter werden. Tritt aber irgendwo bei Koralleninseln Senkung ein, so nimmt nie der ganze Sockel an der Bewegung teil. Bohrungen haben ferner den Beweis geliefert, dafs sich vielfach die Korallen auf den Kratern submariner Vulkane angesiedelt haben, die noch gegenwärtig in Hebung begriffen sind. Natürlich fehlt es, wie auf der nördlichen Erdhälfte, so auch hier nicht an Senkungserscheinungen. So bohrte 1897 Prof. David aus Sidney 176 m tief in weichem Korallenkalkfels, ohne ein anderes Gestein zu erreichen. Einen anderen Versuch machte 1898 Finkh von australischer Seite. Bei 182 m Tiefe zeigte sich ein plötzlicher Übergang von der weicheren Schicht, einer Mischung von Sand und von riffbauenden Korallen, zu dem härteren Korallenriffelsen, in welchen man bis 340 m bohrte. Dies Ergebnis ist offenbar eine Bestätigung der Darwinschen Korallentheorie. Doch Darwin geht entschieden viel zu weit, wenn er behauptet, dafs die Korallenansiedelungen die letzten Versuche der Natur seien, ein sinkendes Festland vor dem gänzlichen Verschwinden unter dem Meeresspiegel zu retten. Dieses Festland müfste an Fläche Europa und Asien weit übertreffen und seine Senkung ein Fallen der Meeresfläche um 300 m und darüber nach sich ziehen, was eine allgemeine Hebung der Nordfesten bedingen würde, während doch hier weite Striche unter den Meeresspiegel tauchen.

Das Meer hat ein so gewaltiges Volum, dafs alle Erdteile $2\frac{1}{2}$ mal auf dem Meeresboden untergebracht werden könnten. Bis zum Meeresspiegel abgetragen und in das Weltmeer geschüttet, würden die Kon-

tinente das Seebecken nur um etwa 160 m erhöhen. Denkt man sich dieselben aber bis zum Meeresgrunde abgetragen und mit diesem eingeebnet, so besäfse das die ganze Erde gleichmäfsig bedeckende Wasserbecken, was niemals in dieser Ausdehnung vorhanden gewesen ist, immer noch eine Tiefe von 2600 m. Da die mittlere Erhebung der Kontinente 700 m, die mittlere Tiefe des Weltmeers aber 3500 m beträgt, so ergiebt sich hieraus, dafs das Meer trotz seines nicht halb so grofsen spezifischen Gewichts doch um ein Beträchtliches schwerer als das Festland ist, dessen Gleichgewichtslage es daher an den Küsten hier und da beständig stört, so dafs diese sich teils heben, teils senken. Die wegen der vorwiegenden Wasserbedeckung an Rauminhalt etwas kleinere südliche Halbkugel müfste nun eigentlich auch die leichtere sein. Schmidt hat indes gezeigt, dafs in Wahrheit der Gewichtsunterschied beider Erdhalbkugeln verschwindend klein ist. Um dies zu erklären, bleibt nichts weiter übrig als die Annahme, dafs die Dichte der Erdrinde unterhalb des Meeresgrundes auch auf der südlichen Halbkugel beträchtlich gröfser als unter dem Festlande ist, namentlich aber unter den Gebirgen, die allenthalben riesige Massendefekte verraten, als dehnten sich in ihrem Innern weite Hohlräume aus, gleich der Adelsberger Grotte oder der Mammuthöhle in Kentucky. O. Fischer behauptet geradezu, dafs durch den Zusammenschub der Erdrinde nach oben und unten infolge der Kontraktion des sich abkühlenden Erdballs solche Hohlräume entstehen mufsten; freilich begreift man dann nicht, wie ihre Decke den steten kolossalen Schweredruck der überlagernden Gebirge aushalten kann, ohne einzustürzen oder sich zu senken; oder aber man müfste annehmen, dafs die Gebirgsketten mit ihren Wurzeln bis in so grofse Tiefen hinabtauchen, dafs jene Hohlräume im Vergleich dazu kaum in Betracht kommen. Dem widerspricht aber der unvermutet grofse Betrag solcher Defekte. So zieht sich ein solcher nach v. Sterneck von München bis Triest und Trient in einer Mächtigkeit von 1000—1200 m hin, und zwar dort, wo der Zusammenschub gerade am stärksten ist. Zweidrittel des ganzen Alpenmassivs, so weit es sich über das Meeresniveau erhebt, wird durch diesen Defekt ausgeglichen. Eine Hohlraumbildung von solcher Ausdehnung ist aber ganz unwahrscheinlich; eher steht zu vermuten, dafs die Kontinental- und Gebirgsmassen aus leichterem Material als der Meeresgrund zusammengesetzt sind.

Das Meer ist tief, sehr tief. Im Kanal freilich würde der Kölner Dom überall dem Wasser entragen, in der Ostsee erst an den tiefsten Stellen der Eifelturm verschwinden; ein Bogen gewöhnlichen Schreib-

papiers ist dicker im Vergleich zu seiner Fläche als die Wasserschicht der Nordsee im Verhältnis zu ihrem Flächeninhalte. Überschreitet doch die vom Pinguin nordöstlich von dem vulkanischen Neuseeland bei der Kermandekinsel aufgefundene bis jetzt gröfste Meerestiefe von 9400 m selbst die Höhe des Gaurisankar. Die tiefsten Mulden und Tröge des Weltmeers befinden sich übrigens nicht in der Mitte, sondern durchgängig in der Nähe des Landes, und gerade solche Stellen sind es, wo die Titanenkräfte des unbekannten Erdinnern, dessen Kraftquelle man neuerdings so gern in der hypothetischen Kontraktion, in dem Zusammenbruch sucht, dessen Augenzeugen wir nach Süfs noch in der Gegenwart sind, — noch am wildesten ihr Spiel treiben, wie auch nordöstlich von Nippon, wo die Tuscarora 8500 m lotete, oder zwischen St. Thomas und Puerto Rico, wo eine 6300 m tiefe Rinne sich erstreckt, oder endlich unweit der Sundstrafe, wo das Lot des Recorder zu 6200 m Tiefe hinabsank.

Von den Becken der Ozeane steigen nun die Festländer auf gewaltigen Sockeln festungsähnlich, wie die Amben Abessyniens, empor, umgeben von den rätselhaften Kontinentalstufen mit meist sanft geneigtem dachartigen Abfall. An der Westküste von Cornwall ist diese Stufe 76 Meilen breit, an der Südküste Norwegens nur 3, an den Küsten Afrikas fehlt sie meist, wie das überall da zu sein scheint, wo ein Festland schon Tafel- und Terrassenform zeigt. Durch die Kontinentalstufen werden Festländer und Inseln vereinigt, die auf den gewöhnlichen Landkarten getrennt erscheinen, so das britische Reich mit dem europäischen Kontinent, so Asien mit Amerika über die Bering-Strafse.

Der Meeresboden erstreckt sich meist hunderte von Meilen weit in gröfster Einförmigkeit fast horizontal, wie etwa die sarmatische Tiefebene, ein uralter permischer Meeresgrund, oder Teile der Sahara, oder endlich die Wüsten und Steppen Zentralasiens. Doch giebt es auch Abgründe, Trichter, Kessel, tiefe Löcher, Tröge und Rinnen, ja Hochflächen und Gebirgszüge ganz wie auf dem Lande; nur fehlt die vielgestaltende Erosion, die z. B. den Alpen ihren bestrickenden Reiz verleiht. So wird der Atlantische Ozean in seiner nördlichen Hälfte vom Telegraphenplateau durchzogen, von welchem der Azoren-Rücken nur die Fortsetzung ist. Nördlich von jenem Plateau fand der Siemenssche Dampfer Faraday die Faraday-Hügel; der Thomson-Rücken trennt den Atlantischen Ozean vom nördlichen Eismeer und bildet eine Schranke für das Weitervordringen des Polarwassers. In der Nordsee aber entdeckte man östlich von der Doggerbank vor der Themse-

mündung ein niedriges Kettengebirge. Man hat die Vermutung ausgesprochen, dafs die ganze Reihe der submarinen Bodenschwellen wenigstens im südlichen Atlantischen Ozean von den Azoren bis über St. Helena hinaus vulkanischen Erhebungen ihr Dasein verdanke. Übrigens läfst die grofsartige Denudation der mächtigen Basaltwälle St. Helenas vermuten, dafs die vulkanische Erhebung dieser Insel in eine weit entfernte Vergangenheit zu verlegen sei. Dafür spricht auch der hier beobachtete auffallend hohe Betrag der magnetischen Intensität, aus dem man schliefsen dürfte, dafs hier die Erdkruste bis zu gewaltiger Tiefe erkaltet ist. Dieser Schlufs wird noch dadurch gestützt, dafs von hier aus nach Norden ein seebebenfreies Gebiet sich erstreckt.

In den gröfsten Meerestiefen herrscht selbst unter dem Äquator eine auffallend niedere Temperatur, während bekanntlich unterhalb der Festländer die Wärme von 30 zu 30 m Tiefe im Durchschnitt um 1^0 zunimmt, so dafs man in dem tiefsten Bohrloche der Erde bei Rybnik in Oberschlesien in 2003 m Tiefe 69^0 erreichte, also beinahe die Temperatur des Karlsbader Sprudels. Die mittlere Temperatur des Meeresgrundes beträgt dagegen in 4000 m Tiefe im Mittel nur $1{,}8^0$ C. und sinkt bis 0^0 herab. Sie würde höchst wahrscheinlich — 4^0, das Dichtigkeitsmaximum des Seewassers erreichen, wenn nicht das Erdinnere auch hier noch Wärme ausstrahlte. Das überraschendste Resultat der Temperaturbestimmungen in den grofsen Meerestiefen ist aber die gleichförmig niedere Temperatur, die daselbst in allen offenen Ozeanen herrscht. Dieses kalte Wasser entstammt namentlich dem antarktischen Meer, von dem aus es durch eine dauernde unterseeische Strömung beständig erneuert wird. Diese erreicht nicht nur den Äquator, sondern tritt auch noch auf die nördliche Hemisphäre hinüber. Thomson, der Leiter der Challenger-Expedition, suchte jene Strömung durch die Annahme zu erklären, dafs auf der südlichen Wasserhalbkugel die Niederschläge gröfser seien als die Verdunstung, während auf den Meeren der Landhalbkugel, auf dem atlantischen, nordindischen und nordpazifischen Ozean die Verdunstung den Niederschlag überwiege. Die antarktische Strömung gleiche dieses Mifsverhältnis aus. So bestechend auch diese Erklärung auf den ersten Blick erscheint, so erweist sie sich doch bei näherer Betrachtung als ziemlich haltlos, da sie auf ganz willkürlichen Annahmen beruht. Dagegen gilt als sicher erwiesen, dafs, je freier die unterseeische Verbindung eines ozeanischen Beckens mit dem Polarmeer ist, desto niedriger auch seine Bodentemperatur erscheint. Diese Be-

wegung des kalten Wassers der Tiefen verrät sich auch dadurch, daſs über Untiefen und in der Höhe von Inseln und Küsten die kalten Wasserschichten emporsteigen. Die Passatwinde, indem sie das warme Oberflächenwasser vor sich hertreiben und endlich in höhere Breiten hinaufdrängen, entfernen beständig Wasser von der Oberfläche der Tropenmeere, zu dessen Ersatz auch das kalte Wasser von unten langsam an die Oberfläche emporsteigt. Natürlich muſs es vom Pole aus ergänzt werden.

Die Oberflächentemperatur ist in allen Breiten durchschnittlich gröſser als die des Festlandes und schwankt nur um wenige Grad. Dabei ist der nördliche Teil des Stillen Ozeans etwas kälter als der südliche, während im Atlantischen Ozean das Umgekehrte der Fall ist. Das nördliche Eismeer zeigt im März und April an der Oberfläche — 2^0, und nirgends hat man auf dem Ozean eine höhere Temperatur als $+ 35^0$ gemessen.

Was nun die Beschaffenheit des Meeresgrundes anlangt, so finden wir denselben in der Nähe der Küsten bis etwa 300 km seewärts mit Schlick bedeckt von blauer, grüner und roter Farbe, an Steilküsten ist er mehr schieferartig. Diesen Schlick tragen gröſstenteils die Flüsse ins Meer hinaus, wo er 15 mal schneller als im Süſswasser zu Boden sinkt. So führt der Rhein bei Bonn jeden Tag 150 000 qm fester Substanz als Fluſstrübe vorbei, und der Indus täglich so viel Schlamm in den Indischen Ozean, daſs eine 5 Quadratmeilen groſse Fläche mit einer meterhohen Schicht überzogen werden könnte. Die untere Grenze des Schlicks schwankt zwischen 200 und 5100 m. In der Umgebung vulkanischer Inseln ist er grau bis schwarz mit Mangangehalt, an der brasilianischen Küste rot und in der Nähe der Koralleninseln weiſs. Darauf folgt weiter vom Festland ein Schlamm, der Milliarden von Räder- und Kugeltierchen enthält. Eine Art der Kugeltierchen, die Foraminiferen, hat die Kreide Rügens gebildet, so daſs die Stubbenkammer ehemals ein Felsen des Meeresgrundes war. Die Oberflächentemperatur muſs überall da die des Mittelmeeres gewesen sein, wo man jetzt fossile Korallen findet. Die sanft gestreckten Rücken in der Mitte der Ozeane namentlich südlicher Breiten bedeckt meist Diatomeenschlamm. Die sogenannte Infusorienerde rechnete Ehrenberg mit Unrecht dazu. Während nämlich die Kieselalgen nur in seichten Meeren und auch da nur, soweit das eindringende Sonnenlicht die Assimilation, d. h. die Stärke- und Chlorophyllbildung ermöglichte, leben konnten, können Infusorien noch in den gröſsten Tiefen existieren. Der noch in 1000 m Tiefe gefundene Diatomeenschlamm ist lediglich

aus dem abgestorbenen Plankton entstanden, also ein Produkt der Meeresoberfläche.

Von 5000 m Tiefe an erstreckt sich über $^1/_3$ des Meeresgrundes der rote Thon, der bis jetzt nirgends auf dem Festlande seinesgleichen findet. In ihm lagern fernab vom Lande verstreut die Zähne von Haifischen der Jurazeit, Knochenteile vorweltlicher Wale und Seeschildkröten, zuweilen mit einer 2 cm dicken Braunsteinschicht überzogen. Das Mangansuperoxyd, Chondren und winzige Eisenkügelchen mit Nickelgehalt, welche in mehr oder minder dicken Schichten mit eingebetteten Zeolithen und bis faustgrofsen Manganknollen sich über ungeheure Flächen ausbreiten, entstammen zweifellos dem Weltenraume. Wären die Gründe des roten Thones jemals Festland gewesen, so müfsten die Eisenpartikelchen sich längst in das braune Eisenoxydhydrat verwandelt haben, und dies von dem Meereswasser aufgelöst worden sein; denn an Sauerstoff zur Oxydation des Eisens fehlt es keineswegs in jenen Tiefen. Aber der hier von jeher herrschende Druck verhinderte jede chemische Veränderung. Cailletet hat nämlich gezeigt, dafs schon ein Druck von 60—120 Atmosphären, entsprechend Tiefen von 600—1200 m, die Wirksamkeit der stärksten chemischen Agentien aufhebt, sofern sie mit Volumvermehrung verbunden sein würde; Pfaff hat dieses Resultat bestätigt. Nun beträgt das spezifische Gewicht des Eisens 7,84, seiner Sauerstoffverbindungen 4,9—5,3, seiner Hydrate aber höchstens 4,4. Letztere würden demnach ein doppelt so grofses Volumen einnehmen wie das reine Metall. Sie können sich daher schon in 1200 m Tiefe kaum mehr bilden, da hier der Druck des Wassers bereits die Affinität überwindet. Wo aber auf dem roten Thon Eisenoxyd oder Eisenoxydul sich fanden, da stammten diese Eisenverbindungen gleichfalls aus dem Weltenraume. Verschiedene Fälle kosmischen Staubes liefern dafür den Beweis: so am 3. Mai 1892 in Schweden, 5. November 1893 bei Paso de los Damas auf Chiles Cordilleren, am 13. u. 14. März 1813 in Kalabrien und anderen Teilen von Italien. Hier fiel der Staub aus einer rotbraunen Wolke herab, die das Licht der Sonne verdunkelte. Gleichzeitig fielen bei Cutro in Calabrien Meteorsteine herab, und die Schneelager auf den Berggipfeln färbten sich rot. In allen diesen Fällen wurde der Staub gleich nach seinem Falle analysiert, und eisen- und manganhaltig befunden. In Schweden schätzte man die Menge des kosmischen Staubes auf 500 000 Tonnen. Nicht lange nachher war er indes verschwunden, nämlich unter dem Einflufs der Atmosphärilien hydratisiert und aufgelöst worden. In den abyssischen Abgründen

des Meeres verhindert dies also der Druck. So kann man von einer gewissen Permanenz der Ozeane recht wohl sprechen. Jedenfalls haben die Ozeane ihre Schwerpunkte, um die sie sich bewegen, die von jeher seit Entstehung der Hydrosphäre gewesen sind und immer sein werden, so lange nicht das Erdinnere das Wasserhäutchen des Erdballs aufgesaugt haben wird, was nach Flammarion in etwa 20 Millionen Jahren vollendete Thatsache sein soll. Die Bildung der Kontinente aber erfolgte an den Stellen der Erdkruste, die schon früh in einen Gegensatz zu diesen Hauptvertiefungen traten, ohne deswegen notwendigerweise immer dem Wasser zu entragen; denn schon zu cambrischen Zeiten, die nach Wellisch mindestens 2 Millionen Jahre hinter uns zurück liegen, stofsen wir auf Anzeichen gewaltiger kontinentaler Massen, und schon in jenen uralten Zeiten treten hier und da kalkschalige Tierformen des Meeres ebenso zurück, wie in der Gegenwart in Tiefen unter 4000 m. — An die Luft gebracht wird der wahrscheinlich aus der silikatreichen Erstarrungskruste der Erdoberfläche entstandene rote Thon bald hart wie Zement. Es läfst sich daher vermuten, dafs schon in der Tiefe die Ozeane mit diesem Thone ihre Gründe förmlich auszementieren, in ähnlicher Weise, wie nach Peschel jeder Landsee damit beginnt, sein eigenes Gefäfs zu verkitten, indem er den Boden mit einer Glasur aus festen Letten, in der Schweiz Seekreide genannt, überzieht. In den Gebieten des roten Thons kann dann in der Regel kein Wasser mehr in das heifse Erdinnere eindringen, um dessen Eisenlegierungen zu hydratisieren und dadurch nicht nur leichter zu machen, sondern auch zu einem Aufschwellen zu veranlassen, das sich als unwiderstehliche faltende Kraft äufsern würde.

Ungemein reich ist das Tier- und Pflanzenleben des Meeres. Die Gesamtheit der marinen Flora und Fauna bezeichnet man neuerdings als Halobios. Dieser ist wahrscheinlich der Ursprung aller irdischen Lebewesen, aus ihm haben sich die Bewohner der Flüsse und Seen, so wie die Tiere und Pflanzen des Festlands im Verlaufe ungeheurer Zeiträume nach und nach entwickelt. Wann zum ersten male auf dem Festlande Leben sich verbreitete, das vermag freilich niemand zu sagen. Schon während des Cambriums gab es Wirbeltiere; in den ältesten Zeiten, aus denen wir Urkunden in Gestalt von Fossilien besitzen, waren sämtliche grofse Kreise der Tierwelt bereits vertreten und zum Teil in mehrere Gruppen gespalten. Nur so viel steht fest und läfst die eisige Kälte des Weltenraums von — 140°, so wie der frühere glutflüssige Zustand der Erdoberfläche als unabweisbar erscheinen, dafs das Leben autochthon auf der Erde erwachte und

zwar an vielen Stellen zugleich und auch wohl in verschiedenen Typen, bedingt durch lokale Verhältnisse, so dafs wir schon in untercambrischer Zeit weit vom Anfang des Lebens entfernt stehen; denn da ergiefst sich ja bereits das Leben als breiter Strom, dessen Quelle der Palaeontologe so lange nicht finden wird, als die tiefen Abgründe des Meeres uns nichts verraten.

Unter 5000 m Tiefe hört alles organische Leben auf; denn es fehlt hier an einer genügenden Sauerstoffmenge, während der Kohlensäuregehalt des Wassers zum tötlichen Gifte wird. Aus geringeren Tiefen aber beförderte das Schleppnetz noch Krebse und Haarsterne an das Tageslicht, die merkwürdigerweise aus jurassischen und älteren Epochen bekannt waren und daher für längst ausgestorben galten. Der Grund der Tiefsee mit seinen fast unveränderlichen Lebensbedingungen hatte sie konserviert, so dafs sie den Wechsel der Jahrtausende siegreich überstanden, während auf dem veränderlichen Festlande im Kampfe ums Dasein zahllose Geschlechter zu Grunde gingen und durch andere, passender organisierte ersetzt wurden.

Während an der Oberfläche des Meeres violette Tiere vorkommen, folgen nach der Tiefe die grünen, braunen und weiter unten die roten und bleichen Tiere, am Meeresgrunde haben sie ganz die Farbe des Bodens. Offenbar hängt diese Erscheinung mit dem verschiedenartigen Eindringen der Lichtstrahlen ins Wasser zusammen. Es findet sich aber auch die sonderbare Mimikry-Färbung. Tiere, die das offene Meer bewohnen, sind glashell durchsichtig, silberglänzend und blau gefärbt, wie das durchsichtige Element, in dem sie schweben. Die Tierwelt der Florideen auf den Kerguelen ist sehr lebhaft rot und braun koloriert wie die Algen, auf denen sie lebt. Auf Korallenriffen gehört ein überaus geschulter Blick dazu, um die in Form und Farbe fast ganz den Ästen mit abgestorbenen Korallen gleichenden Krebse, Schnecken und Muscheln zu erkennen. Die Schollen, Steinbutte und Rochen entziehen sich durch sandgraue Färbung ihrer Oberseite leicht allen Nachstellungen. Doch scheint auch hier eher die Farbe der Umgebung einen bestimmenden Einflufs auf die Färbung eines Tieres auszuüben als von einem aus Schutzbedürfnis entspringenden Anpassungsvermögen die Rede zu sein. Infolge der Mimikry erkennt man oft die Tiere erst, wenn sie sich bewegen. Dementsprechend sind denn auch die Augen der Meerestiere so eingerichtet, dafs sie weniger Form und Farben als vielmehr Bewegungen zu unterscheiden vermögen, so dafs alle festsitzenden Tiere, sofern sie nicht durch Farbe und Geruch auffallen, vor Nachstellungen gesichert sind.

Da schon in 400 m Tiefe die Assimilationsfähigkeit der Pflanzen gänzlich aufhört, d. h. sie nicht mehr im stande sind, aus Kohlensäure und Wasser Stärke zu bilden, so sind die hier lebenden Tiere ganz auf das Plankton angewiesen, schwimmende Meeresalgen mit darin lebenden Geschöpfen, welche nach ihrem Absterben in die Tiefe hinabrieseln.

Dem hohen Wasserdruck entsprechend, der in der Tiefe herrscht und genügt, Glas- und Metallgefäfse zu zertrümmern, Holz- und Korkschwimmer, die harpunierte Wale mit hinabrissen, stark zusammen zu pressen, sind bei Tiefseefischen Knochen und Muskeln schwach entwickelt; die Knochen haben eine fibröse, zackige, kavernöse Beschaffenheit, sind zart und ohne Kalksalze. Bewohner gröfserer Tiefen sind ganz mit Wasser durchtränkt, sie kamen fast ausnahmslos tot an die Oberfläche; doch scheint der rasche Temperaturwechsel hier die Hauptschuld zu tragen. Da nämlich im Mittelmeer das Grundwasser fast gleichmäfsig 13° C. hat, so brachte man selbst aus 1650 m Tiefe die meisten Tiere in voller Lebenskraft ans Tageslicht, ja ein Krebs lebte noch längere Zeit ganz wohlbehalten weiter. Mitunter holte man aus der Tiefe gigantische Tierformen, wie Fürst Albert v. Monaco, ein eifriger und erfolgreicher Meeresforscher, einen Krebs mit meterlangen Fühlern; auch riesenhafte Tintenfische birgt der Meeresschofs; selbst eine wahrhaftige 130—160′ lange Meeresschlange will Kapitän Hassel im Mai 1870 im Golfe von Mexiko gesehen haben, und Dr. Oudemans stellt 187 Fälle zusammen, wo man ein Tier gesehen zu haben behauptet, welches dem Mesosaurus der Sekundärzeit glich. Eine sonderbare Erscheinung ist auch die Symbiose zwischen Pflanze und Tier. So enthalten Seeanemone, Korallen, Quallen, Seewürmer und Polypen nicht selten grünliche, bräunliche oder gelbliche nach der Oberseite liegende Zellen, welche die entsprechende Färbung der Tiere bedingen und als einzellige Algen erkannt wurden. Sie liefern den betreffenden Tieren den zum Leben nötigen Sauerstoff. Um den pflanzlichen Genossen die Arbeit zu erleichtern, setzt sich eine bei Sicilien vorkommende Samtschnecke zeitweise dem hellen Tageslicht aus, wobei eine lebhafte Ausscheidung von Sauerstoff aus den Algenzellen stattfindet. Andererseits bedürfen die Algen zu ihrem Gedeihen Kohlensäure, die ihnen direkt von dem Tiere geliefert wird.

Ganz allgemein gilt der Satz, dafs Pflanzen und Tiere sich nach den Küsten drängen und das offene Meer in der Regel arm an Organismen ist. Am geeignetsten für das Tierleben ist eben die Flachsee,

der sandige Meeresstrand. Hier spielt als Nahrung der Seetang die Hauptrolle, von welchem es über 400 Arten giebt. Auf der Oberfläche haben sie eine mehr grüne Farbe, die mit Abnahme des Lichtes in Braun, Violett und Rot übergeht. In 360 m Tiefe ist ihre Vegetationsgrenze zu suchen. So sind die Felsen von Helgoland bei Ebbe von einem 2 m hohen graugrünen Rand umsäumt, gebildet durch eine Seetangart, zwischen deren schleimigen Blättern zahlreiche Tiere leben. Das Ostseebecken trägt bis zu $^1/_3$ seiner Fläche Pflanzenwuchs, der namentlich sich in die stilleren Buchten, selbst in den Nordostseekanal hineindrängt.

Aber auch im offenen Meere giebt es hier und da gewaltige Anhäufungen von Algen, zumal Beerentang, so die Sargasso-Wiese des Atlantischen Ozeans westlich der Azoren. 14 Tage lang mufste Columbus durch diese ungeheure Meerwiese mühsam mit seinen 3 kleinen Schiffen hindurchfahren.

Ich bin zu Ende mit meiner Revue, aus welcher hervorgehen dürfte, dafs die Meeresforschung der Gegenwart denn doch recht Beträchtliches geleistet hat, dafs aber auch noch manches Problem der Lösung harrt, deren Weg nur angedeutet werden konnte; aber keineswegs unter der Garantie, dafs dieser Weg auch sicher zum Ziele führt.

Südafrika's Diamanten.

Von P. Frehde in Schönebeck a. E.

Die ersten südafrikanischen Diamanten wurden 1867 am Vaalflusse in Griqualand-West gefunden, welches damals dem Griqua-Häuptling Waterboer unterstellt war.

Ein herumziehender Händler Namens O'Reilly brachte den ersten Diamant von 21 Karat an die Öffentlichkeit; er hatte ihn von einem Boer erhalten, der von dem Werte keine Ahnung hatte. Dieser Stein wurde dem Hofschatzamt in London überwiesen und schliefslich von einem englischen Baron für £ 500 angekauft. O'Reilly teilte den Betrag mit dem früheren Besitzer des Diamanten. Zwei Jahre später erhielt der erwähnte Boer von einem in derselben Gegend wohnenden Hottentotten einen $83^1/_2$ karätigen Stein für £ 400, welchen er unmittelbar darauf für £ 11200 verkaufte. Dieser, als „Stern Südafrikas" bekannte Diamant ist gegenwärtig im Besitz der Gräfin von Dudley und wird auf £ 25000 geschätzt.

Bald begann ein Schwarm von Schatzgräbern und Abenteurern aus aller Herren Länder, die Stätten der Farmen Du Toitspan und Bultfontein aufzusuchen, und die früher kaum von eines Menschen Fufs betretene, öde, wasserarme Gegend begann sich zu beleben. Tausende von Menschen aller Nationalitäten, in Zelten hausend, waren eifrig damit beschäftigt, nach den kostbaren Wunderdingern zu suchen, welche die Eigenschaft besafsen, einen armen Mann im Augenblick in einen reichen zu verwandeln.

Im darauffolgenden Jahre entdeckte man in der Nähe zwei weitere Diamanten bergende Farmplätze, so dafs in einem Kreise von einer Quadratmeile vier Bergwerke entstanden.

Ein Chaos waren diese Bergwerke in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit. Glaubte der Diamantengräber einen geeigneten Platz für seine Thätigkeit gefunden zu haben, dann begann das Graben unter Zuhilfenahme von Eingeborenen, und der Schwierigkeiten gab es viele zu überwinden, denn weder Sprengstoffe noch Hilfsmaschinen waren zur Stelle. Die Schürfanrechte lagen häufig so nahe bei ein-

ander, dafs die verschiedenen Besitzer derselben sich gegenseitig ins Gehege kamen. Die einzelnen Gruben mit Schürfanrechten hatten verschiedene Ausdehnung, Form und Tiefe angenommen; die verschiedenen Interessenten, welche auf 12 000 angewachsen waren, arbeiteten in kleineren Parteien, jede nach der ihr bestdünkenden Methode. Dazwischen blieben aufgedeckte Felsblöcke, notwendige Verkehrswege und wertlose Erdmassen stehen, welche manchmal einstürzten und die mühevolle Arbeit Einzelner verschütteten. Die Verkehrsmittel waren unzureichende, das Wasser knapp, und der geöffneten Erde entstiegen Fieberdünste.

Unter diesen Verhältnissen konnten allerlei Unzuträglichkeiten nicht ausbleiben; Zank und Streit, sowie zügellose Gesetzesfreiheit machten die Zustände unerträglich, so dafs die Cap-Regierung das Land im Jahre 1871 als Eigentum proklamierte. Aber auch die Boeren des Oranje-Freistaates glaubten rechtmäfsige Ansprüche auf die Gegend zu haben, und es wäre wohl zu einem Kriege gekommen, wenn beide Parteien sich nicht verständigt hätten, indem der Oranje-Freistaat eine Entschädigungssumme von £ 90 000 erhielt.

Inzwischen waren die Farmen wiederholt in andere Hände übergegangen, und die Bedingungen auf Erteilung von Schürfanrechten wurden immer höhere. Die Folge davon war ein Aufstand der Diamantengräber, aber auch hier wurden die Streitigkeiten ohne Blutvergiefsen beigelegt.

Sobald einigermafsen Ordnung hergestellt war, begann ein regelrechter Bergbau. Nach und nach wurden die Zelte durch Wellblechhäuser ersetzt und gaben die Grundlage der heutigen Stadt Kimberley.

Mit grofser Leichtigkeit konnten Diamanten auf unredliche Weise erworben werden, und der enorme Nutzen, welcher durch Beschaffen der Edelsteine von den in den Gruben arbeitenden Eingeborenen zu erreichen war, hatte eine grofse Anzahl Abenteurer herbeigelockt, welche ein organisiertes System anwandten, um gestohlene Diamanten beiseite zu schaffen und zu verwerten. Kaum die Hälfte der gefundenen Steine gelangte in die Hände der rechtmäfsigen Eigentümer.

Infolgedessen sahen sich die Besitzer genötigt, den Schutz der Regierung anzurufen, und diese belegte das ungesetzmäfsige Diamantenverkaufen mit harten Strafen. Ein Netz von Geheimpolizisten hatte darüber zu wachen, dafs nur konzessionierte Händler Diamanten verkaufen durften. Der Besitz roher Diamanten allein genügte als Beweismittel zur Verurteilung zu 7 Jahren Zwangsarbeit. Gewissenlose Charaktere benutzten das Gesetz, um sich unliebsamer Personen zu

entledigen, indem sie ihren Opfern Diamanten in die Tasche praktizierten. Das Gesetz wurde zu Repressalien ausgenutzt, jedoch der beabsichtigte wohlthuende Zweck, der Diamanten-Industrie eine sichere



Fig. 1. **Kimberley-Mine, Tagebau.**

Basis zu verleihen, läfst dessen Härte und Einseitigkeit entschuldbar erscheinen.

Zu jener Zeit schon hatten sich kleinere Gesellschaften gebildet, indessen begann die eigentliche Entwickelung der Diamantenfelder erst von dem Augenblick der Vereinigung sämtlicher Bergwerke

unter einer Leitung und Eröffnung des Eisenbahnverkehrs im Jahre 1884 mit Capstadt. Nun konnten Baumaterialien und Maschinen herbeigeschafft werden.

Die meisten Bergwerke sind Tagebaue, aber einzelne haben auch ausgedehnten Tiefbau.

Nur fünf Minuten vom Marktplatz Kimberleys entfernt liegt die Kimberley-Grube (Fig. 1), eine der reichsten Südafrikas, mit 14 ha Tagebau von ca. 150 m Tiefe. Der jetzt betriebene Tiefbau hat 500 m erreicht.

Ein Musterbergwerk ist das der De Beers Company, eine Viertelmeile östlich von ersterer entfernt, und so ganz geeignet, dem Besucher ein Gesamtbild der modernen Diamanten-Gewinnung zu geben.

Die Diamanten sind in einer thonartigen, blaugrünen Erde von harter, bröckeliger Beschaffenheit, dem Kimberlit, enthalten. Die Erde wird vermittelst Dynamit oder Sprengpulver losgelöst, auf Drahtseilbahnen zur Oberfläche befördert (s. Titelblatt, obere Abbildung) und vorerst auf grofsen, freien Plätzen ausgebreitet, wo sie dem Einflufs der Luft ausgesetzt bleibt und später leichter gewaschen werden kann. Viele Millionen Ladungen (Fig. 2) lagern auf diesen Plätzen, welche floors genannt werden. In einer Ladung von ca. 1000 kg Kimberlit sind durchschnittlich 0,85 bis 0,89 Karat Diamanten enthalten, wovon 120 Karat einem Gewicht von 1 Unze, oder 16,67 g gleich sind. Sehenswürdig sind die Einrichtungen zur Beförderung der Erdmassen, die elektrisch erleuchteten unterirdischen Stollen, die ingeniösen Maschinen zum Zerkleinern und Schlemmen der Erde (s. Titelblatt, untere Abbildung), sowie zur Absonderung wertloser Erde und Transportierung derselben auf immer höher anwachsende künstliche Hügel.

Auf diese Weise werden ca 50 cbm blauer Erde zu ca 5 Cubikfufs wertvollen Rückständen reduziert und vermittelst Pulsatoren in die Sortierräume befördert, auf langen Tafeln ausgebreitet und sortiert. Aufser Diamanten von wasserheller, gelblicher, rötlicher, schwarzer und gestreifter Färbung finden sich auch Rubine und andere wertlosere Edelsteine vor. Von der Form, Beschaffenheit, Farbe und Gröfse ist ihr Wert abhängig.

Wie in ganz Südafrika die rohen Arbeiten von den Eingeborenen, den Kaffern, verrichtet werden, so müssen sie auch in den Diamantengruben das Befördern der Erde zu den Schächten, die gewöhnlichen körperlichen Hilfeleistungen verrichten, während die Aufseher, Maschinisten und Sortierer Weifse sind.

Die Eingeborenen müssen sich für eine gewisse Arbeitsperiode von mindestens drei Monaten verpflichten und sind angewiesen, im

Bereich des eingeschlossenen Bergwerks zu bleiben; aufserhalb der Arbeitszeit dient ihnen der „Compound“, ein von der Aufsenwelt abgeschlossener Gebäudekomplex, in welchem sie die Nacht zubringen und ihre Mahlzeiten erhalten, als Aufenthalt (Fig. 3). Auf diese Weise sind sie einer unausgesetzten Kontrolle unterworfen und können zufällig gefundene Diamanten nicht bei Seite schaffen.

In den Diamanten-Bergwerken Kimberleys sind 7800 Kaffern und 2000 Weifse beschäftigt.

Die Ausbeute seit Entdeckung der Lager wird auf $1^1/_4$ Milliarde Mark geschätzt.



Fig. 2. **Transport des „Kimberlit“ auf Floors.**

Auch im Oranje-Freistaat wurde 1878 ein ansehnliches Lager entdeckt. Die vollkommensten Diamanten werden hier bei Jagersfontein gefördert. Am 30. Juni 1893 wurde der gröfste Diamant, der „Excelsior“ hier gefunden. Er wiegt 971 Karat und mifst $5^1/_2$ englische Zoll im Umfang. Selbst wenn ein in der Mitte befindlicher Fehler die Teilung dieses Diamanten erforderlich machen sollte, so würde man zwei tadellose Brillanten von über 200 Karat erhalten, also gröfser als der Kohinoor. Im Jahre 1895 fand man einen weifsen Stein von 634 Karat, der vollkommenste, welcher jemals entdeckt wurde. Er ist nach dem damaligen Präsidenten des Oranje-Freistaates „Reitz“ genannt.

Im Kimberley - Distrikt wurde 1896 ein 503 karätiger Stein in der De Beers Grube, und ein 404 karätiger in Du Toitspan gefunden. Ein kleinerer, 150 Karat schwerer Diamant von regelmäfsiger Form, der „Porter Rhodes", stammt aus der Kimberley-Grube und hat einen Wert von 60000 Lstr.

Ein weit gröfserer als die oben genannten Diamanten wurde jedoch 1896 in Brasilien gefunden. Er wiegt 3100 Karat, ist aber schwarz.

Aufserdem finden sich Alluvial - Diamanten im Sande einiger Flüsse Südafrikas vor, hauptsächlich im Vaalflufs. Ihr Ursprung läfst sich nicht mit Gewifsheit bestimmen, und es ist nicht anzunehmen,



Fig. 3. **Kaffern-Compound mit Badebassin.**

dafs sie den bekannten, trockenen, vulkanischen Lagern entstammen. Die Flufsdiamanten sind wertvoller als diejenigen Kimberleys, jedoch weniger zahlreich.

Auch in Transvaal in der Nähe von Klerksdorp sowie nördlich von Pretoria in Zebedelis - Land und im Distrikt Waterberg befinden sich Anzeichen von dem Vorhandensein vulkanischer blauer Diamantenerde.

Es gehört daher nicht in den Bereich des Unmöglichen, wenn die im Osten Deutsch - Südwestafrikas gemachten Entdeckungen das Vorhandensein von Diamanten bestätigen sollten.

Freilich dienen die Diamanten in der Hauptsache dem Luxus, und ihr Wert ist ein imaginärer.

Das Erreichen der Erdpole mit Hilfe von Eisbrechern.

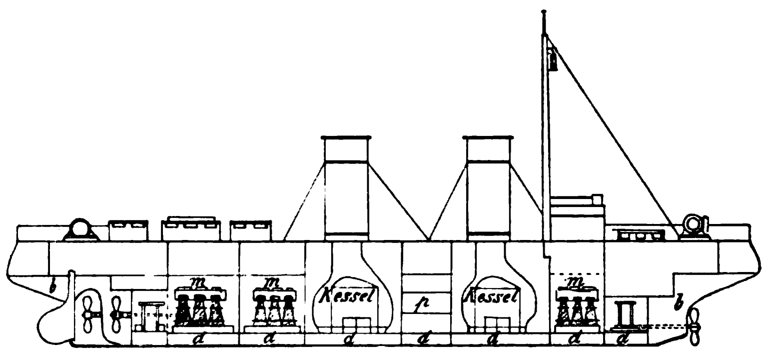
Von R. Hahn, Navigationslehrer in Leer.

Nachdem alle Schiffsfahrten, Treibversuche oder Schlittenfahrten nach dem Nordpol der Erde mifsglückt sind und die Ballonfahrt dorthin eitel verunglückt ist, tritt nunmehr der Gedanke hervor, die Erdpole mit Hilfe von Eisbrechern zu erreichen. Es entsprang der Plan, sowie seine technische und nautische Bearbeitung dem Kopf eines der tüchtigsten Hydrographen der Jetztzeit, der zugleich ein gründlicher Polarforscher und praktischer Seemann der Eismeere ist, nämlich dem des russischen Vice-Admirals Marakoff.

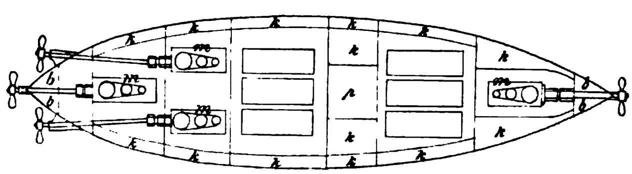
Die Geschichte der pelagischen Eisbrecher reicht nicht weit zurück und stammt die Idee, Fahrwasser vermittelst Eisbrecher trotz Frost und Eis zu öffnen und für die Schiffahrt offen zu halten, naturgemäfs aus Rufsland, dem Lande, dessen Küsten, Buchten und Häfen am meisten durch Eis blockiert werden. Dort gelang es 1864 durch einen verhältnismäfsig kleinen Eisbrecher, d. h. durch einen kleineren eisernen Dampfer mit vorn in die Höhe laufendem Kiel, den Verkehr zu Wasser zwischen Kronstadt und dem Festlande einige Wochen länger als sonst zu Anfang des Winters zu ermöglichen. Der Erfolg regte zu Nachahmungen in gröfserem Stil an, und schon zu Anfang der siebenziger Jahre finden wir technisch verbesserte, starke Eisbrecher auf den amerikanischen Binnenseen, auf der Elbe, der Weser und in allen gröfseren Ostseehäfen in Thätigkeit. Ende der achtziger Jahre erhielten Nikolajew und Wladiwostok so gewaltige Eisbrecher, dafs sie jetzt das ganze Jahr hindurch ihre Häfen in Verbindung mit dem Meere halten können, und mit dem Bau der sibirischen Eisenbahn installierte die russische Regierung auf dem Baikal-See einen Eisbrecher, der die Aufgabe der Überführung des Eisenbahn-Verkehrs dort zu allen Jahreszeiten hat. Dieser führt auch vorn eine tiefliegende Schraube nach dem Muster der Michigan-Eisbrecher, welche den

Zweck hat, die sogenannten Torosse, d. h. zusammengeschobene und zusammengeprefste Eishaufen, zu unterwühlen und zum Zusammenbruch zu bringen.

Auf Grund der mit diesen Eisbrechern gemachten Erfahrungen, mit denen Admiral Marakoff vertraut ist wie kaum einer, kalkuliert er, dafs der Nordpol der Erde in kurzer Zeit und mit ziemlicher Sicherheit vermittelst zweier recht starker Eisbrecher zu erreichen wäre.



Seitenansicht im Längsschnitt.



Deckansicht.
Polar - Eisbrecher nach Marakoff.
b. Wasserballast. — m. Maschinen. — d. Doppelboden.
p. Pumpenräume. — k. Kohlenräume.

Bevor ich auf seine Annahmen, Schlüsse und Rechnungen eingehe, möchte es angebracht sein, die zu bezwingenden Eisverhältnisse etwas näher zu beleuchten.

In den Eismeeren hoher und höchster Breiten hat man Eisberge, Torosse und Eisfelder zu erwarten, und zwar die meisten Eisberge in den antarktischen Regionen, während in den arktischen Gegenden nur Eisfelder und Torosse dominieren. An Eisbergen wird man einen Eisbrecher nie probieren, sondern man wird sie umgehen und ebenso auch Torosse, wenn sie sich nicht als Ketten lang hinziehen, so dafs man sie

durchqueren mufs, um leichter zu durchbrechendes und schneller zu durchfahrendes Feldeis zu erreichen. Man kann auf Grund von Autoritäten annehmen, dafs Torosse nicht tief und immer pyramidenförmig ins Wasser ragen, da sie durch Pressungen der Eisfelder entstanden sind; aber auf 8—10 Meter mufs man ihre Tiefe doch schätzen. Auf den nordamerikanischen Binnenseen vernichtet und durchfährt man mit Hilfe der vorderen Schraube der dortigen Eisbrecher die gröfsten Torosse, d. h. solche bis zu 7 und 8 Meter Höhe, und gröfsere kommen nach Nansen, Nordenskjöld, Borchgrevink u. s. w. weder im nördlichen noch im südlichen Polarmeer kaum vor. Nehmen wir aber auch mehrjährige Torosse von wesentlich gröfseren Dimensionen in den Polarbecken an, so ist dem entgegen zu stellen, dafs diese aus Salzwasser gefroren sind, und dafs das Eis der letzteren durch Salzauswaschungen locker wird und höchstens 70 $^{0}/_{0}$ der Festigkeit des Süfswassereises besitzt; aufserdem ist man mit den 1500 effektiven, d. h. wirklich das Schiff bewegenden Pferdekräften jener Eisbrecher noch lange nicht an die Grenzen des Antriebes angelangt.

Eisfelder können aus einjährigem und auch aus mehrjährigem Eise bestehen. Ihre wahrscheinliche Stärke können wir an der Hand der Weyprechtschen „Metamorphosen des Polareises“ kalkulieren. Wenn wir darin die Reaumur-Kälte-Grade in Celsius umsetzen und 1° C. pro Tag einen Gradtag nennen, so erhalten wir für:

500	Gradtage	eine	Eisdicke	von	ca.	0,5	Meter
1 000	„	„	„	„	„	0,75	„
2 000	„	„	„	„	„	1,0	„
4 000	„	„	„	„	„	1,5	„
6 000	„	„	„	„	„	1,9	„
10 000	„	„	„	„	„	2,4	„
15 000	„	„	„	„	„	3,0	„
20 000	„	„	„	„	„	3,3	„

Man sieht hieraus, wie wenig schliefslich die hohen Gradtagzahlen wirken, und dafs man bei etwas über 6000 Gradtagen pro Jahr, nach Weyprecht, Nordenskjöld, Nansen u. s. w., auf eine einjährige Eisdecke von nicht ganz 2 Meter Dicke zu rechnen hat. Bei mehrjährigem Eise werden wir 15000 und 20000 Gradtage zählen müssen, aber dann auch den regelmäfsigen Sommer-Abschmelz von reichlich 1 Meter abzuziehen haben. Somit erhalten wir bei 3 bis 4jährigem Eise 3,2—3,6 Meter Dicke, und nach Abzug des Abschmelzens bliebe eine Dicke von 2,8 bis höchstens 3,3 Meter, was mit den praktischen Erfahrungen der Polarreisenden übereinstimmt.

Nehmen wir eine Maximal-Stärke der Eisfelder von selbst 3,5 Meter an, so fragt es sich, welchen Antrieb ein Eisbrecher haben mufs, um solche Eismasse mit auch nur geringer Geschwindigkeit zu durchfahren. Die effektiven Pferdekräfte hierfür sind = 1,25 × der Geschwindigkeit in Seemeilen × dem Quadrat der Eisdicke in Zollen, und das ergiebt für 1 Seemeile Geschwindigkeit zum Durchfahren von:

0,75	Meter	dickem	Eis	etwa	750	effektive	Pferdekräfte
1,0	"	"	"	"	1 900	"	"
1,5	"	"	"	"	5 000	"	"
2,5	"	"	"	"	11 000	"	"
3,0	"	"	"	"	18 000	"	"
3,5	"	"	"	"	22 000	"	"

Da man eine solche Polarfahrt im Spätsommer durchführen kann, so wird dann das Eis reichlich einen Meter abgeschmolzen sein, also nur eine Dicke von 2,5 Metern haben, für dessen Durchbrechen nur ein Antrieb von 11000 effektiven Pferdekräften nötig wäre. Zieht man nun in Betracht, dafs unser gröfster und der Welt schnellster Dampfer „Kaiser Wilhelm der Grofse" über eine solche Triebkraft verfügt, so wird Niemand zweifeln, dafs man diese auch in einen Eisbrecher installieren kann, und damit wäre nach Makaroff die Erreichung der Erdpole lediglich in den Rahmen der Geldfrage gerückt.

Bei der Erörterung dieser kommt nun die Erfahrung zu statten, dafs zwei kleinere Eisbrecher, so hintereinander gelegt, dafs der hintere beim Vordringen den vorderen mitschiebt, dagegen rückwärts schleppt, wenn jener sich festgeklemmt hat, noch besser brechen und fahren als ein wesentlich stärkerer allein. Daher werden zwei Eisbrecher von mittlerer Gröfse und Stärke auch für die Pol-Fahrt am geeignetsten sein, und für sie hat man auch sonst seewirtschaftliche Verwendung, was bei einem sehr grofsen und dementsprechend tiefgehenden Eisbrecher weniger der Fall sein möchte. Das nötige Geld wird also durchaus nicht lediglich für Polfahrt-Eisbrecher gespendet werden, sondern zum gröfseren Teil für das Brechen von Eis im Interesse der Seeschiffahrt überhaupt.

Admiral Marakoff hat die Konstruktion des gewaltigen russischen Eisbrechers „Jermak", gebaut bei Armstrong-Whitworth & Co. in Newcastle, begutachtet; er hat den Bau in seinen wichtigsten Teilen inspiziert, das Schiff Ende Februar dieses Jahres abgenommen, nach dem finnischen Meerbusen begleitet und mit glänzendem Erfolg in seine eis- und bahnbrechende Thätigkeit gesetzt. Der Jermak hat für seine drei hinteren und seine vordere Schraube vier ganz getrennte

dreifache Expansionsmaschinen, welche je 1500 treibende Pferdekräfte entwickeln, die also in Summe nicht viel weniger leisten, als es ein Polar-Eisbrecher thun müfste. Dafs ein solcher, entsprechend seinem Deplacement von etwa 6000 Tonnen, ungemein stark und mit noch viel mehr Verband als der „Fram“ gebaut sein müfste, dafs er zahlreiche wasserdichte Abteile, ungemein grofse Kohlenbunker und Süfswasser-Tanks, sowie eine völlige Polar-Überwinterungsausrüstung an Bord haben mufs, versteht sich von selbst; was das alles bedeutet, hat Nansen zur genüge gezeigt. Die vorstehenden Zeichnungen geben ungefähr und vorbehältlich der näheren Dimensionenangabe die Form und Einrichtung eines Eisbrechers wieder, wie Marakoff ihn zur Erreichung des Nordpoles für nötig erachtet.

Nimmt man nun mit Marakoff an, dafs man im Hochsommer bis 78^{0} Nord in eisfreiem Wasser dampfen kann, so hat man von da auf Nord-Kurs noch 720 Seemeilen = 180 deutsche Meilen bis zum Pol. Wir wollen 800 Sm. sagen, da man doch nicht schnurgerade fährt, und dann mit Nordenskjöld, Weyprecht, Nansen, Sverdrup u. a., wie folgt, schliefsen: Von diesen 800 Sm. werden $^1/_4$ = 200 Sm. eisfrei sein, so dafs die Eisbrecher sie mit 12 Sm. p.^{h} in 17^h durchdampfen; dann wird $^1/_5$ der ganzen Strecke = 160 Sm. einjähriges Eis von 1,2—1,3 Meter Stärke bieten, welche mit 3,5 Sm. p.^{h} durchfahren werden können, also in 46^h; ein weiteres Sechstel der 800 Sm., also 135 Sm., werden mit zweijährigem Eise von 1,5—1,6 Meter Dicke bedeckt sein und mit 2,5 Sm. Fahrt p.^{h} durchbrochen werden, d. h. in 54^h; ein weiteres Sechstel = 135 Sm. sei mit dreijährigem Eis, 2,1 Meter dick, belegt, also mit 1,7 Sm. Fahrt p.^{h} oder in 80^h durchquerbar. Vom Rest werden 135 Sm. 2,6 Meter dickes Eis tragen, das nur mit 1 Sm. Fahrt p.^{h}, also in 135^h zu durchdampfen ist, und ca. 30 Sm. werden Torosse bieten, die nur mit 0,5 Sm. Fahrt zu überwinden sein möchten, oder in ca. 60^h Zeit. Sonach würden die Eisbrecher im ganzen sich in ca. 400 Stunden durch das Eis zum Pol brechen, so dafs die ganze Nordpol-Tour in etwas mehr wie einem Monat erledigt werden könnte.

Für das Erreichen des Südpols liegen die Verhältnisse sehr viel ungünstiger, weil man dort schon in viel niederer Breite auf dickeres Eis stofsen wird und auch auf mehr mächtiges Eis, das zu umfahren sein wird, rechnen mufs. Eine Schätzung für das Durchbrechen des antarktischen Eises bis zum Südpol wird erst auf Grund der Erfahrungen möglich werden, die beim Vordringen zum Nordpol in dieser Weise gemacht worden sind.

Admiral Marakoff hat über seine Pläne Vorträge in der kaiserlich russischen geographischen Gesellschaft und im Marine-Verein zu Petersburg gehalten. Seinen Auslassungen entstammt zum Teil das hier nach eigenen Anschauungen verarbeitete Material. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs Rufsland, geleitet von dem genialen Geist des energischen und erfahrenen Mannes, in einem der nächsten Jahre versuchen wird, sich die Palme der Polarforschung durch Erreichung des Nordpols mittelst Eisbrechers zu erringen.

Zur Entwickelungsgeschichte der Gestirne. Dafs wir in den verschiedenen Typen der Fixsternspektra Repräsentanten der verschiedensten Entwickelungsstadien von Himmelskörpern vor uns haben, ist eine seit geraumer Zeit von den Astrophysikern allgemein angenommene Vermutung. Die Sterne vom ersten Vogelschen Typus galten dabei stets als die heifsesten, und darum glaubte man, dafs sie in ihrer mit allmählicher Abkühlung verbundenen Entwickelung am wenigsten vorgeschritten seien, während die kühleren Sterne vom dritten Typus, in deren Atmosphären chemische Verbindungen durch das Spektroskop nachgewiesen wurden, um dieser niedrigen Temperatur willen für alternde, dem gänzlichen Verlöschen nahe Sonnen gehalten wurden.

Gegenüber diesen bisher allgemein als selbstverständlich hingenommenen Ansichten über die Beziehungen zwischen Temperatur und Alter der Fixsterne hat der amerikanische Astronom See kürzlich eine diametral entgegengesetzte Anschauung verteidigt, zu der er durch theoretische Untersuchungen im Anschlufs an die Helmholtzsche Theorie der Erhaltung der Sonnenwärme gelangt ist.

Helmholtz hat im Jahre 1853 bereits darauf hingewiesen, dafs die durch die fortwährende Wärmeausstrahlung bedingten Wärmeverluste der Sonne nicht notwendig mit einer Abnahme ihrer Temperatur verknüpft zu sein brauchen. Durch eine neben der Ausstrahlung sich vollziehende Kontraktion des als gasförmig vorausgesetzten Sonnenballs könnte vielmehr eine so grofse Menge potentieller Energie in kinetische Wärme-Energie verwandelt werden, dafs die Temperatur der Sonne auf gleicher Höhe erhalten wird. Lane, der im Jahre 1870 die Temperaturveränderungen eines sich infolge der Wärmeausstrahlung zusammenziehenden Gasballs theoretisch genauer verfolgte, gelangte sogar zu dem paradoxen Ergebnis, dafs die durch Kontraktion erzeugte Wärmemenge die von dem Gasball ausgestrahlte Energie übertrifft, und dafs daher die Temperatur sich zusammenziehender, gasförmiger Himmelskörper beständig steigen müsse, bis eine schliefs-

liche Verflüssigung der komprimierten Gase unter nochmaliger Entbindung grofser Wärmemengen dieser Wärmezunahme ein Ende macht und das nunmehrige allmähliche Erkalten einleitet.

Hieran knüpfen nun Sees Schlufsfolgerungen an; auch er findet, dafs unter der Voraussetzung gasförmigen Aggregatzustandes die Temperatur der Gestirne in demselben Mafse steigen mufs, wie sich ihr Durchmesser verkleinert. Im anfänglichen Nebelstadium müsse darum die Temperatur als sehr niedrig, dem absoluten Nullpunkt naheliegend, angenommen werden. Dagegen stellt das Stadium der Siriussterne (I. Typus) nach See nicht den Anfang der Entwickelung dar, sondern vielmehr deren Ziel. Die Siriussterne haben den höchsten Hitzegrad durch möglichst weitgehende Kontraktion erreicht, bei ihnen steht die Verflüssigung und damit der Beginn der Abkühlungsperiode unmittelbar bevor. Die Thatsache, dafs viele dieser Siriussterne von dunklen Begleitern von nahezu gleicher Masse umkreist werden, wie auf Grund ihrer veränderlichen Eigenbewegung erkannt werden konnte, stützt nach Sees Meinung seine Auffassung, dafs wir es hier mit alternden Gestirnen zu thun haben, die zwar zur Zeit noch auf dem Höhepunkte ihrer Wärme- und Licht-Ausstrahlung stehen, aber alsbald dem Schicksale ihrer bereits dunkel gewordenen Geschwistersterne verfallen werden, da der durch die einstige, grofse Ausdehnung ihnen verfügbar gewesene Vorrat an potentieller Energie bald erschöpft sein wird. — Die Sonnensterne (II. Typus) stellen dagegen ein weniger kontrahiertes und deshalb auch weniger heifses Stadium dar. See glaubt, dafs die Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung der Atmosphären dieser Gestirne auf die noch nicht allzu grofs gewordene Schwere zurückzuführen sei, welche es noch den meisten Gasen gestattet, an der Oberfläche zu bleiben, während bei den stärker kontrahierten Siriussternen aufser der Temperatur auch die Schwere ihren Maximalwert erreicht hat, so dafs auf der Oberfläche des Gasballs fast nur noch die leichtesten Gase zu finden sind.

Obgleich nach dieser Anschauung die Temperatur unserer Sonne noch steigen mufs, ist nach See wegen der Verringerung des Durchmessers doch die Gesamt-Ausstrahlung, also auch der auf die Erde entfallende Bruchteil derselben, bereits im Abnehmen begriffen. Zur Zeit, als der Durchmesser des Sonnenballs noch demjenigen der Erdbahn glich, müfste nach der Kontraktionstheorie die Temperatur derselben diejenige lauen Wassers (40^0) gewesen sein, eine Temperatur, die wir bei Annahme der Kant-Laplaceschen Theorie als Ausgangspunkt für die Entwickelung des Erdsterns zu benutzen hätten. See

findet, dafs die Erde kurz vor ihrer Verflüssigung nur eine maximale Temperatur von etwa 2000° C. habe erlangen können.

Die hier kurz wiedergegebenen Deduktionen dürfen gewifs lebhaftes Interesse beanspruchen, stellen sie doch im Grunde nur die Konsequenzen der Helmholtzschen Kontraktionstheorie dar. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dafs diese Theorie auf der noch unbewiesenen Annahme des gasförmigen Aggregatzustandes ruht. Die Probleme der Astrophysik dürfen aber nur durch Beobachtung und Erfahrung und nicht von einer vorgefafsten Meinung aus entschieden werden. Es fragt sich nun sehr, ob die eben skizzierten, neuen Auffassungen die Einzelheiten der spektralanalytischen Erscheinungen ebenso gut zu erklären im stande sein werden, wie die bisherigen Ansichten über das Alter der Sterne. Auch darf nicht übersehen werden, dafs in der von See nicht weiter verfolgten Abkühlungsperiode, welche auf die Zeit stetig steigender Hitze folgt, die früher bereits einmal dagewesenen Temperaturen in umgekehrter Folge noch einmal auftreten müssen, und der selbstleuchtende Zustand noch eine geraume Zeit hindurch anhalten mufs. Die Altersbestimmung eines Gestirns auf Grund seiner Temperatur würde sonach eine Aufgabe mit zwei verschiedenen, möglichen Lösungen darstellen, und es müfste erst durch hinzukommende Kriterien in jedem Einzelfalle entschieden werden, ob man einen Stern vor sich hat, der der ersten Entwickelungsperiode angehört und noch durchaus gasförmig ist, oder aber einen solchen der zweiten Periode mit abnehmender Temperatur und flüssigem Kern. Die erste Möglichkeit würde dann die von See hervorgehobene sein, während die zweite es gestatten würde, bei den bisherigen Auffassungen über das relative Alter der verschiedenen Fixsterntypen zu verharren. Es erscheint uns demnach sehr wohl möglich, die neue Lehre mit den bisherigen Ansichten zu vereinen und als eine blofse Vervollständigung derselben anzusehen. Gewifs mag in zahlreichen Fällen die bisher übliche Altersschätzung fehlgegangen sein, aber in vielen anderen Fällen mag sie ebenso wohl das Richtige getroffen haben. Das Stadium der Siriussterne, das man bisher an den Anfang der ganzen Entwickelung stellte und unmittelbar mit dem Nebelstadium in Beziehung brachte, würde also nur den Anfang der zweiten Periode des Leuchtens eines Sterns bedeuten; zwischen das Nebelstadium einerseits und das der Sterne vom ersten Typus andererseits hätten wir noch die Periode steigender Temperatur einzuschalten, während welcher der Typus des Spektrums einem umgekehrt verlaufenden Wechsel, wie in der Abkühlungsperiode, unterworfen sein könnte. F. Kbr.

Über die Ursachen der Polschwankungen (s. Septb.-Heft des vorigen Jahrg. „Himmel u. Erde") hat sich S. Newcomb geäufsert, indem er die Möglichkeiten erwägt, welche von rein theoretischem Gesichtspunkte aus für eine Erklärung der Schwankungen der Erdachse in Betracht kommen können. Die einzige Bewegung des Erdpoles, welche durch die Theorie begründet werden kann, ist die bekannte Eulersche Periode von 306 Tagen, wenn, wie wahrscheinlich, die Erde als ein fester Körper von gewisser Elastizität vorausgesetzt wird. Ein sicherer Betrag der kreisförmigen oder elliptischen Bewegung des Erdpoles läfst sich derzeit noch nicht angeben, da die mittlere Elastizität des Erdkörpers unbekannt ist. Keinesfalls kann aber die Periode mit der von Chandler gefolgerten übereinkommen, wenn man nicht der Erde eine viel gröfsere Starrheit, als sie höchst wahrscheinlich besitzt, zuschreiben will. Die Eulersche Periode kann indessen durch Vorgänge auf der Oberfläche der Erde so erheblich beeinflufst werden, dafs mehrere kleine Perioden entstehen, die umeinander laufen, oder aber ineinander eingreifen, so dafs sie sich bisweilen verstärken, bisweilen jedoch auch gegenseitig fast aufheben könnten. In statischer Beziehung können Veränderungen im Betrage des jährlichen Schneefalles auf der Erdoberfläche Bewegungen, und zwar Verschiebungen in der Lage des Drehungspoles bewirken, die Newcomb auf 3 bis 4 Hundertstel der Bogensekunde schätzt. Atmosphärische und Meeresströmungen können als dynamische Ursachen für die Beeinflussung der Bewegung der Erdachse auftreten. Sie können Veränderungen jährlicher Natur in der Polbewegung hervorrufen, wenn sie sich regelmäfsig jedes Jahr wiederholen, aber auch Störungen bewirken, falls plötzliche Unregelmäfsigkeiten im Verlaufe jener Strömungen denkbar wären. In den Beobachtungen der Polhöhenverschiebungen würden sich also neben der Eulerschen Periode noch Jahresperioden und kleine irreguläre Schwankungen unbestimmten Charakters kundgeben müssen. Der Betrag des Niederschlages auf der Erdoberfläche, wenn er etwa jahraus jahrein nicht derselbe bleibt, sondern sich erheblich ändert, würde ebenfalls eine Veränderung der Eulerschen Periode und zwar in dem Sinne bewirken, dafs die Amplitude dieser Periode, das heifst die Gröfse der Schwingung des Poles, etwas verändert wird. Der Coëfficient des jährlichen Wertes der Änderung, die aus einem jährlichen Wechsel der atmosphärischen Strömungen folgen würde, darf nach Newcomb bis auf eine Zehntelsekunde im Maximum veranschlagt werden. *

Die drei Aggregatzustände.

Wie die Einteilung der Lebewesen in Tiere und Pflanzen vor den Ergebnissen der Forschung nicht hat bestehen bleiben können, so dafs man heut nicht mehr nachweist, worin beide sich unterscheiden, sondern nur, dafs man keine scharfe Grenze zwischen ihnen ziehen kann; wie die Teilung der Chemie in organische und anorganische ihre alte Bedeutung verloren hat, so macht sich eine ähnliche Umwandlung auch auf physikalischem Gebiet bemerkbar. Wenn es in Lehrbüchern heifst, feste und flüssige Körper haben eigenes Volumen, Flüssigkeiten und Gase keine eigene Gestalt, so ist schon oft darauf hingewiesen, dafs es hier am letzten Ende darauf ankommt, was für Kräfte das Volumen oder die Gestalt zu ändern streben. Pech ist eine Flüssigkeit, bei Steinsetzarbeiten kann man sie aus Fässern fliefsen sehen; will man aber von dieser Flüssigkeit etwas abteilen, so mufs man ein Beil nehmen. Blei dagegen ist ein fester Körper, aber eine Statue aus diesem Metall behält ihre eigene Gestalt nicht lange; zwei Bleiplatten in der Plombierzange nehmen durch einen Händedruck die gewünschte Gestalt an; eine Silberplatte ist zwar nicht so gefügig, kann aber auch geprägt werden.

Wenn so schon der Laie an dieser Dreiteilung der Aggregatzustände Kritik üben konnte, so ist die neuere Forschung ihr noch energischer zu Leibe gegangen. Prefst man ein Gas bei hinreichend hoher Temperatur stark zusammen, (z. B. Kohlensäure bei mehr als 31° C. mit einem Druck von 100 Atm.), so kann man keine Verflüssigung beobachten. Kühlt man nun ab, so beobachtet man ebenfalls keine Kondensation, läfst man aber dann den Druck abnehmen, so beobachtet man ein Sieden der Flüssigkeit. Folglich mufs das Gas flüssig geworden sein, ohne dafs man doch die Grenze zwischen beiden bestimmen könnte. Ferner gilt für Gase das Mariottesche Gesetz, nach dem das Produkt aus dem Druck, unter dem das Gas steht, und dem Volumen, das es einnimmt, in einfacher Weise von der Temperatur abhängt. Sobald aber die Temperatur dem Siedepunkt des verflüssigten Gases sich nähert, hört das Gesetz zu gelten auf. Also ist eine reinliche Scheidung zwischen Gasen und Flüssigkeiten nicht ohne weiteres möglich.

Ebenso ist es mit der Trennung der Flüssigkeiten von den festen Körpern. Bei amorphen Körpern kommt es, wie bei dem oben genannten Pech, auf den Grad der Zähigkeit an. Z. B. haben sie keine bestimmte Schmelztemperatur, sie erweichen und werden so allmählich flüssig, ohne dafs man eine scharfe Grenze bestimmen könnte, wie es bei krystallischen und krystallinischen Körpern möglich ist.

Um aber die Teilung der Körper in feste und flüssige auch dieses letzten Haltes zu berauben, haben einige Physiker in den letzten Jahren (Zeitschrift für phys. Chemie XXV ff., Naturw. Rundschau XIII und XIV) flüssige Krystalle entdeckt und untersucht, d. h. nicht geschmolzene Krystalle, sondern Flüssigkeiten, die noch Krystalleigenschaften zeigen. Dahin gehören Cholesterylbenzoat, para-Azoxyanisol und para-Azoxyphenetol. Wenn man sie schmilzt, so erhält man eine trübe Flüssigkeit, die in Flüssigkeiten von derselben Dichte Kugeln bildet, wie der Plateausche Öltropfen im wässerigen Alkohol, die also eine rechte Flüssigkeit im gewöhnlichen Sinne ist, aber optisch doppeltbrechend wirkt und wie alle Krystalle (z. B. Eis) unfähig ist, andere Körper zu lösen. Bei ganz bestimmter, höherer Temperatur können diese Körper mit Hilfe einer ebenso genau bestimmbaren Schmelzungswärme umgewandelt und ihrer Krystalleigenschaften beraubt werden, so dafs sie also nunmehr amorph und wirklich flüssig sind. Die specifische Wärme, z. B. des para-Azoxyanisols, ändert sich im Verhältnis 3 : 2, ebenso ändern sich die Zähigkeit und das Volumen. Druck erhöht diese Umwandlungstemperatur, Zusätze zur Flüssigkeit erniedrigen sie, aber viel bedeutender als z. B. Salzzusatz zum Wasser die Gefriertemperatur.

Alle diese Untersuchungen von Tammann, Ostwald, Lehmann, Reinitzer, Schenck lehren neben den genannten, überraschenden Einzelheiten, dafs krystallische, krystallinische und amorphe Körper sich im festen und flüssigen Zustand nur durch das Mafs der Zähigkeit unterscheiden, so dafs schliefslich nur dieser Grad der Zähigkeit übrig bleibt, auf den man aber doch keine Klassenteilung gründen kann. Theoretisch ist die Zähigkeit, und damit auch die innere Reibung, die sich einer Verschiebung von Teilen des Körpers widersetzt, bei Flüssigkeiten unendlich klein, bei festen Körpern unendlich grofs; praktisch aber giebt es alle nur möglichen Abstufungen der Zähigkeit von einem bis zum andern Ende der Zahlenreihe. A. S.

Lichtenbergs Figuren und Wechselstromuntersuchung.

Ein bekannter, wenn auch verhältnismäfsig wenig aufgeklärter Versuch über elektrische Entladung kommt zu stande, wenn man eine Glas- oder Hartgummitafel auf der Unterseite mit Stanniol beklebt und diese Belegung nach der Erde ableitet, während man die Oberseite mit dem Knopf einer geladenen Leydener Flasche berührt. Die Art

und Weise, in welcher sich die Elektrizität auf der Fläche des Isolators ausbreitet, kann man durch Bestäuben mit einem feinen Pulver, z. B. Semen lycopodii, sichtbar machen. Noch schöner gestaltet sich der Versuch, wenn man ein Gemisch aus zwei verschieden gefärbten



Fig. 1. **Photographische Registrierung elektrischer Schwingungen.**

Pulvern, z. B. Schwefel und Mennige (oder statt der letzteren, zur Vermeidung von Bleivergiftung, englisch Rot), benutzt. Beim Schütteln dieses Gemisches wird nämlich der erstere Bestandteil negativ, der zweite positiv elektrisch. Da sich auf der Entladungsplatte meistens durch Influenz sowohl positive als negative Stellen bilden, so setzt

sich der Schwefel an den ersteren, das rote Pulver an den letzteren ab, und man erhält eine zweifarbige Figur.

Diese Figuren sind wegen gewisser charakteristischer Merkmale ihrer Form in der Hand des Herrn von Bezold zu einem wichtigen Forschungsmittel geworden, indem es diesem Gelehrten gelang, zu zeigen, dafs ein Draht, welcher mit einem Ende an eine Leitung für elektrische Entladungen angeknüpft ist, während er andrerseits frei endigt, in seinen verschiedenen Punkten verschiedene elektrische Zustände zeigt. Diese Thatsache erklärt sich genau so, wie es sich erklärt, dafs eine gedeckte Orgelpfeife beim Anblasen Schwingungsknoten und -bäuche aufweist. Von Bezold ist also der Erste gewesen, der das Zustandekommen der analogen Erscheinungen auf dem Gebiete der Elektrizität nachwies. Seine ursprünglich verhältnismäfsig wenig beachtete Veröffentlichung über diesen Gegenstand ist deshalb von H. Hertz als einzige fremde Arbeit in die gesammelten Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft aufgenommen worden.

Neuerdings liegt eine elegante Benutzung dieser Lichtenbergschen Figuren von Prof. Walter König vor[1]), und zwar handelt es sich einmal um eine ähnliche Aufgabe, nämlich die Untersuchung langsamer elektrischer Schwingungen, sodann aber um eine Methode zur Messung der Periodenzahl von Wechselströmen.

Dieser letzte Gegenstand hat ein erhebliches praktisches Interesse, da es zwar sehr leicht ist, in einer Wechselstromcentrale unmittelbar an der Maschine die Wechselzahl zu bestimmen, nicht aber im Hause des Stromabnehmers. Bezüglich der elektrischen Schwingungen bringen wir in Fig. 1 eine Photographie, welche zwar zu Mefszwecken weniger geeignet ist, aber in sehr augenfälliger Weise das Vorhandensein langsamer elektrischer Schwingungen zeigt. Derartige Schwingungen erhält man in einfacher Weise, wenn man die beiden Enden der sekundären Wicklung eines Induktoriums mit den Belegungen einer Leydener Flasche verbindet. Unterbricht man den primären Strom, so wird die eine Flaschenbelegung positiv, die andere negativ geladen; diese Ladungen gleichen sich durch die Drahtrolle aus, und es entsteht wegen der bekannten Wirkung der Selbstinduktion[2]) eine entgegengesetzte Ladung und so fort. Die so zu stande kommenden Schwingungen sind verhältnismäfsig langsam; sie zählen wie die Schallschwingungen nach einigen Hunderten in der Sekunde. Verbindet man nun noch mit der einen der beiden Flaschenbelegungen

[1]) Wied. Ann. 1899, Heft 3. — [2]) Siehe z. B. H. u. E. X. Jahrg., Seite 104.

einen Draht, an dessen Ende man eine photographische Platte vorbeigleiten läfst, so kann man auf dieser sehr schön erkennen, dafs die Belegung abwechselnd positiv und negativ geladen war. Die Einwirkung der sich ausbreitenden negativen Elektrizität ist nämlich konzentrierter und kräftiger, während man bei der positiven Elektrizität viele Verästelungen erhält. Zugleich sieht man an der Figur recht augenfällig, wie die Schwingungen abklingen.

Die Bestäubungsmethode, bei welcher an die Stelle der photographischen Platte eine Harzplatte oder nach König eine mit Asphaltlack überstrichene Metallplatte tritt, ist viel empfindlicher als die photographische Methode, und man erhält bei ihr eine grofse Zahl eng aneinander schliefsender, abwechselnd gelber und roter Striche. Um ein genaues Mafs für die Geschwindigkeit zu haben, mit welcher die Asphaltschicht an dem Drahte entlang bewegt worden ist, führt König



Fig. 2. **Wechselstrom-Registrierung.**

den letzteren zu einer Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl und läfst von einem an deren Zinke angebrachten Strohhälmchen aus die Entladungen auf die Platte übergehen. Man erhält auf diese Weise eine geschlängelte Staubkurve, so dafs in dieser Beziehung der Versuch durchaus analog dem Schreiben einer Stimmgabelkurve in einer Rufsschicht ist. Im vorliegenden Falle kommt aber der Umstand hinzu, dafs die Staubkurve abwechselnd gelb und rot gefärbt erscheint, und zwar offenbar entsprechend der Periode des Wechselstroms. Man kann also auf diese Weise eine Anzahl von Perioden sozusagen abzählen und sie mit der Stimmgabelperiode vergleichen. Die letztere liefert aber bekanntlich ein sehr genaues Zeitmafs.

Die Fig. 2 giebt die im Original vorhandenen Unterschiede nur sehr unvollkommen wieder. Immerhin aber macht sich der Unterschied in der photographischen Wirkung des roten und des gelben Lichtes so weit geltend, dafs man eine Abgrenzung und damit die gewünschte Bestimmung vornehmen kann.

Was würde wohl der alte Göttinger Gelehrte Lichtenberg sagen, wenn er sähe, dafs seine Figuren, deren Bedeutung nach einer ganz anderen Richtung zu suchen war, zu einer so exakten Mefsmethode geführt haben! Sp.

Muschelkrebse als Luftschiffer.

Vor einiger Zeit machte eine kuriose Mitteilung die Runde durch europäische Blätter (vergl. Münchener Allg. Ztg. und Voss. Ztg. vom 18. Jan.), die man hätte für einen Aprilscherz halten können, wenn es nicht Januar gewesen und nicht die Namen französischer Gelehrten genannt wären, die die Geschichte ernsthaft vor der Pariser Akademie vorgetragen hätten. Es handelt sich um Folgendes:

Herr Lortet in Lyon beobachtete in der Umgebung dieser Stadt einen Regen oder förmlichen Hagel von mikroskopisch kleinen Muschelkrebs- oder Ostrakodenschalen. Soweit der thatsächliche Kern des Berichts. Die Schlüsse, welche nun aus dieser Beobachtung gezogen worden sind, erinnern nur zu sehr daran, dafs Frankreich das Vaterland Jules Vernes ist.

Nach der Untersuchung sollen die gesammelten Körper der Gattung Cypridinia angehören, von denen einige Formen heute in ungeheuren Mengen in den Sümpfen und Kanälen Unter-Ägyptens leben, andere fossil sich reichlich in den mächtigen Kreideschichten in den Wüsten der Umgebung von Kairo, in dem Fayum und der Sahara finden sollen. Warme Luftströme hätten nun die $^1/_{10}$ mm langen, hohlen Schalen der Cypridinien in grofse Höhen getragen und über das Mittelmeer just nach Lyon geführt. Derartiger Staub ägyptischer Herkunft soll auch schon früher mehrfach in Lyon gefunden worden sein.

Zunächst hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, indem es keine Cypridinia giebt, vielmehr die Gattung Cypridina heifst. Dieselbe ist eine echt marine Form des Planktons, d. h. sie lebt in gröfseren Meerestiefen, kann also sicher nicht in den Kanälen des Nildeltas existieren. Das ist eine Verwechslung mit einer Süfswassergattung Cypris, die in mehreren Arten in den Wässern Ägyptens vertreten ist. Drittens giebt es überhaupt keine Kreideschichten im Fayum, und in der Umgebung von Kairo sind sie nur in geringer Ausdehnung im NW. der grofsen Pyramiden bei Abu Raosch nachgewiesen, enthalten aber, soweit bis jetzt bekannt, keine Ostrakodenschalen. Wenn im übrigen fossile Schalen von Cypridina, Cypris oder anderen Ostrakoden in den mächtigen Tertiärbildungen Ägyptens auftreten, so ist das jedenfalls nur in geringer Ausdehnung der Fall. So setzen nach meinen Beobachtungen Cyprisschalen eine Kalkbank eines Hügels im Wadi Natrum (nördliche Libysche Wüste) in den dortigen Miocänschichten zusammen, wurden aber trotz Suchens an weiteren Plätzen noch nicht wieder gefunden. An den Mosesquellen bei Suez sollen

nach dem verstorbenen Professor O. Fraas Cyprisschalen ein winziges Hügelchen, auf dem eine der dortigen Quellen herausquillt, aufbauen, eine Notiz, die in viele Lehr- und Reisebücher übernommen worden ist. Spätere Besucher dieser Lokalität, darunter der Verfasser dieses, haben festgestellt, dafs das Hügelchen sich in Wirklichkeit ganz wie auch ein grofser Teil des dortigen Ufers des Suezgolfs aus gewöhnlichen kugeligen sandartigen Kalkoolithkörnchen zusammensetzt, auf denen die Quelle noch Raseneisenstein und Diatomeenpanzer absetzt.

Also weder aus den nördlichen Wüstenteilen Ägyptens, noch vom Sinai können wohl solche Unmengen von Ostrakoden stammen, dafs sie die Luft als Staub erfüllen. Dazu kommt nun vor allem die Unwahrscheinlichkeit eines Luftstromes in SO.—NW. Richtung von Ost-Afrika nach Westeuropa schräg über das ganze Mittelmeer bis in das Herz von Frankreich. Die Meteorologen werden über diese Annahme den Kopf schütteln. Wohl findet eine Zuführung von sogenanntem „Passatstaub“ durch den Äquatorialstrom oder Gegenpassat aus Amerika, Teneriffa und Nordwestafrika nach Europa statt; aber senkrecht zu dieser Richtung ist das wenig glaubhaft.

Doch warum überhaupt in die Ferne schweifen, um eine nur scheinbar auffallende Erscheinung zu erklären, wenn das Gute, diesmal ein ganzes Lager fossiler Ostrakoden so nahe liegt: Im SW. von Lyon enthalten die Oligocänschichten der Auvergne an mehreren Stellen Schalen von Cypris faba so massenhaft, wie sie sonst in Europa nur im Ries in der schwäbisch-fränkischen Alb sind. Könnten es also nicht einfach französische Muschelkrebschen gewesen sein, die per SW.-Wind den noch dazu wiederholten Ausflug nach Lyon unternommen haben?

Dr. M. B.
Landesgeologe in Kairo.

Klima des Klondyke-Gebietes. Im Anschlufs an die in dieser Zeitschrift (Band IX, S. 300 und 348) beschriebene „Reise in das neue Goldland Alaska“ mögen einige Angaben über die klimatischen Verhältnisse gemacht werden, da man sich selbst in geographischen Kreisen übertriebene Vorstellungen von der Kälte dieses Gebietes gebildet hat. Prof. Hann hat sich die Mühe gemacht, die spärlichen Beobachtungen zusammen zu suchen und kritisch zu bearbeiten; er findet aus ca. vierjährigen Beobachtungen in Dawson City und Fort Reliance am mittleren Yukon (64^0 N. Br., $139^1/_2{}^0$ W von Greenw.) als wahrscheinlichste Temperaturen von Dawson:

Januar	April	Juli	Oktober	Jahr
— 30,9°	— 7,1°	— 13,2°	— 6,5°	— 7,8° C.

und für Fort Yukon, ca. $2^1/_2$° nördlicher:

— 32,7°	— 10,7°	— 18,7°	— 5,8°	— 8,4°

Die absoluten Extreme von Dawson waren — 55,5° und 27,2°, die absolute Schwankung also 83°. Es ist das aber durchaus nicht unerwartet viel für ein kontinentales Klima. Die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen können sich sowohl in Bezug auf niedrige Winter- wie auf hohe Sommertemperaturen durchaus nicht messen mit Ost-Sibirien unter gleicher Breite. Einen rohen Vergleich (da es sich um verschiedene Jahrgänge handelt und speziell für Jakutzk eine lange Beobachtungsreihe vorliegt) gestatten folgende Zahlen:

	N. Br.	O. v. Gr.	Höhe
Jakutzk	62°	$129^1/_2$°	160 m
Werchojansk	$67^1/_2$°	134°	50 m

	Jan.	April	Juli	Okt.	Jahr	absolut Min.	absolut Max.	Schwankung
Jakutzk	— 42,8°	— 9,6	18,8	— 9,1	— 11,2	— 62,1	38,8	100,9°
Werchojansk	— 49,0	— 14,0	15,4	— 13,9	— 16,7	— 69,8	30,1	99,9

Das Ungünstige im Klima des Klondyke-Gebietes ist wahrscheinlich weniger die niedrige Winter- als die niedrige Sommertemperatur.

Sg.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für August und September.

Der Sternhimmel. Im August und September ist der Anblick des Himmels um Mitternacht der folgende: Die Kulmination erreichen die Sternbilder Schwan, Wassermann, Delphin und Cepheus, später auch Pegasus, Andromeda und Fische. Im Aufgange ist um Mitternacht jetzt schon der Stier (Aldebaran um 12 h resp. 11 h abends) und Orion (nach Mitternacht); auch die Zwillinge sind zwischen 12 bis 10 h, der Walfisch seit 11 h resp. 9 h sichtbar. Im Untergange befinden sich Ophiuchus und Bootes (Arctur zwischen 12 bis 11 h), Herkules folgt in den Morgenstunden; Antares (α Scorpii) geht zwischen 10 und 8 h abends unter, früher noch die Wage, Spica (Jungfrau) schon zwischen 9 und 7 h. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um die Mitternachtsstunde:

1. August	α Cygni	(1. Gr.)	(AR. 20 h	38 m,	D. + 44°	55')
8. „	ζ Cygni	(3. Gr.)	21	9	+ 29	49
15. „	γ Capric.	(4. Gr.)	21	34	— 17	7
22. „	ι Pegasi	(4. Gr.)	22	2	+ 24	51
29. „	η Aquarii	(4. Gr.)	22	30	— 0	38
1. September	λ Pegasi	(4. Gr.)	22	42	+ 23	2
8. „	γ Piscium	(4. Gr.)	23	12	+ 2	44
15. „	ω Aquarii	(5. Gr.)	23	37	— 15	6
22. „	γ Pegasi	(3. Gr.)	0	8	+ 14	37
29. „	δ Androm.	(3. Gr.)	0	34	+ 30	18

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind folgende:

R Sagittarii	(Max. 7. Gr.)	(AR 19 h	11 m	D. — 19°	29')	12. September
U Aquilae	(„ 6.—8. „)	19	24	— 7	15	kurze Periode
X Cygni	(„ 6.—8. „)	20	39	+ 35	13	kurze Periode
T Aquarii	(„ 7. „)	20	45	— 5	31	28. September
T Vulpec.	(„ 6.—7. „)	20	47	+ 27	52	kurze Periode
R Androm.	(„ 7. „)	0	19	+ 38	1	26. September
o Ceti	(„ 3. „)	2	14	— 3	26	2. September
R Ceti	(„ 8. „)	2	21	— 0	38	18. August

Algol (β Persei) ist im August und September vor und nach Mitternacht beobachtbar; von Sternen des Algoltypus können aufserdem noch beobachtet werden: W Delphini (AR 20 h 33 m, D + 17° 55'), Y Cygni (AR 20 h 48 m, D + 34° 17') und U Cephei (AR 0 h 53 m, D + 81° 20').

Die Planeten. Merkur ist gegen Ende August und in der ersten Hälfte September einige Zeit vor Sonnenaufgang sichtbar. — Venus ist im August Morgenstern, etwa eine Stunde vor der Sonne aufgehend, am 20. August kommt der Planet in die Sonnennähe und ist, besonders im September, weniger gut zu sehen. — Mars läuft etwas nördlich von Spica durch das Sternbild der Jungfrau bis an die Grenze der Wage, geht Anfang August noch 1 1/2 Stunden nach der Sonne unter, Ende September 3/4 Stunden nach Sonnenuntergang. — Jupiter geht mittags auf und 2 1/2 Stunden, Ende September 1 Stunde nach der Sonne unter; er bewegt sich aus der Sterngegend zu den Füfsen der Jungfrau bis in die Wage. — Saturn ist anfänglich bis Mitternacht, im Sep-

tember bis nach $^1/_4$ 11 h, Ende September bis $^1/_2$ 9 h abends sichtbar. Er gelangt bis in die Mitte des Ophiuchus und wird dort, um den 22. August, rückläufig. — Uranus nähert sich dem Sterne α Scorpii stärker und geht etwa eine Stunde früher unter als Saturn, Ende September nach $^1/_2$ 8 h abends. — Neptun wird im August bald nach Mitternacht sichtbar, Anfang September gegen 11 h abends, Ende September um 9 h; er steht in der Nähe von ζ Tauri (3. Gröfse).

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
3. August	μ Gemin.	3. Gr.	2 h	57 m	morgens	3 h	14 m	morgens
18. „	F Sagittarii	5. „	11	35	abends	0	41	„
31. „	ζ Gemin.	4. „	4	11	morgens	6	2	„
24. September	A' Tauri	5. „	4	43	„	5	40	„

Mond. Berliner Zeit.

Neumond	am	6. August		—					—		
Erstes Viert.	„	14. „	Aufgang	1 h	48 m	nachm.,	Unterg.	9 h	52 m	abends
Vollmond	„	21. „	„	6	53	abends,	„	6	41	morg.
Letztes Viert.	„	28. „	„	10	12	„	„	3	22	nachm.
Neumond	„	5. Septemb.		—				—		
Erstes Viert.	„	12. „	„	1 h	50 m	nachm.,	„	9 h	24 m	abends
Vollmond	„	19. „	„	5	35	„	„	7	1	morg.
Letztes Viert.	„	26. „	„	9	59	abends	„	2	36	nachm.

Erdnähen: 20. August, 18. September;
Erdfernen: 6. August, 3. und 30. September.

Sonne.	Sternzeit f. den mitt. Berl. Mittag			Zeitgleichung		Sonnenaufg. f. Berlin		Sonnenunterg. f. Berlin	
1. August	8 h	39 m	21.8 s	+ 6 m	7.1 s	4 h	21 m	7 h	50 m
8. „	9	6	57.7	+ 5	28.3	4	32	7	38
15. „	9	34	33.5	+ 4	20.7	4	45	7	24
22. „	10	2	9.4	+ 2	46.5	4	55	7	9
29. „	10	29	45.3	+ 0	50.6	5	7	6	54
1. September	10	41	35.0	— 0	4.3	5	12	6	47
8. „	11	9	10.8	— 2	21.7	5	24	6	31
15. „	11	36	46.7	— 4	48.0	5	35	6	14
22. „	12	4	22.6	— 7	16.6	5	47	5	57
29. „	12	31	58.5	— 9	39.7	5	59	5	41

Bibliographisches

H. Morich: Bilder aus der Mineralogie. Mit 111 Abbildungen. Hannover und Berlin 1899, Verlag von Carl Meyer (Gustav Prior). Preis geb. 3 Mark.

Das Büchlein stellt eine recht brauchbare Ergänzung systematischer Schulbücher über Mineralogie dar, indem es die wichtigeren Mineralien in besonderen Kapiteln ausführlich und mit weitgehender Berücksichtigung technischer und kunstgewerblicher Anwendungen, sowie auch interessanter Historien beschreibt. Allerdings ist der üble Brauch des nur durch Anführungsstriche kenntlich gemachten Nachdrucks ganzer Absätze und Seiten aus anderen, im Vorwort allein namhaft gemachten Werken zu wenig vermieden worden. Immerhin bietet die nicht ungeschickte Zusammenstellung eines recht reichhaltigen Materials eine fesselnde und belehrende Lektüre, die namentlich auch Lehrern bei der Vorbereitung auf den Unterricht nützlich sein kann.

F. Kbr.

Dr. K. E. F. Schmidt, Experimental-Vorlesungen über Elektrotechnik. Mit 3 Tafeln und 320 Abbildungen im Text. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp. Preis geh. 9 Mk.

Das Werk wird zweifellos einem dringenden Bedürfnis gerecht, das in weiten Berufskreisen, die mit der Elektrotechnik Fühlung nehmen müssen, sich im Laufe des letzten Jahrzehnts mächtig entwickelt hat. Entsprechend der Thatsache, dafs das die Vorlesungen im Wintersemester 1896/97 zu Halle besuchende Publikum ausschliefslich aus Männern bestand, bei denen auf Grund ihrer amtlichen Thätigkeit ein gewisses Mafs physikalischer Kenntnisse vorausgesetzt werden durfte, will auch das aus diesen Vorlesungen hervorgegangene Buch nicht eigentlich populär sein, sondern nur verwandten Berufsklassen ein tieferes Verständnis der heutigen Elektrotechnik ermöglichen. Die eigentümlichen Schwierigkeiten, die sich dabei in den Weg stellen, sind durch eine reiche Ausstattung mit Figuren, schematischen Zeichnungen und Kurvendarstellungen in erfolgreicher Weise bekämpft, so dafs das Werk sicherlich jeden ernst in die Materie eindringenden Leser in hohem Mafse zu fördern geeignet sein wird. Der Text macht allerdings stellenweise einen zu skizzenhaften Eindruck und hätte vielfach eine sorgfältigere Redaktion und etwas mehr Ausführlichkeit vertragen können. Einige uns in dieser Beziehung aufgefallene Stellen mögen hier bezeichnet werden. Die erste Zeile auf Seite 28 ist nur verständlich, nachdem man auf Seite 31 über die Messung der magnetisierenden Kraft durch Kraftlinien belehrt worden ist. In Figur 23 stimmen die Buchstaben nicht zu denjenigen des Textes, so dafs der ganze Versuch unklar bleibt. Seite 36 fehlt in der viertletzten Zeile das Prädikat. Auf Seite 116 lautet die Überschrift: „Der Stromwender oder Commutator“. Im darauffolgenden Text

aber finden wir nur die Bezeichnung „Collektor“ gebraucht, ohne dafs gesagt würde, dafs dieses Wort nur ein passenderer Name anstatt Commutator ist. Seite 136 ist nicht deutlich genug gesagt, wieso aus der Figur der Widerstand abgelesen werden kann, dies wird vielmehr erst Seite 138 an einem Beispiel klar; ebenso erscheint die drittletzte Zeile der Seite 137 sinnlos, bis man die hinter 0,664 fehlende Interpunktion ergänzt. — Derartige kleine Unvollkommenheiten können indessen den hohen Wert des Buches kaum merklich beeinträchtigen und werden gewifs bei der hoffentlich recht bald nötig werdenden zweiten Auflage zum gröfsten Teil verschwinden. Wenn wir für diese etwaige Neuauflage noch einen Wunsch äufsern dürfen, so wäre es der, dafs unter Fortfall der recht überflüssigen Beschreibung der Elektrisiermaschine den elektrischen Eisenbahnen noch eine etwas eingehendere Behandlung zu teil werden möchte, damit man die Leitungsanlagen, Schaltungs- und Brems-Vorrichtungen derselben besser verstehen lernen kann und nicht trotz aller elektrotechnischen Studien auf die Frage nach der Wirkungsweise zahlreicher, bei elektrischen Bahnanlagen sichtbarer Vorrichtungen mit Achselzucken antworten mufs.

F. Kbr.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Fig. 1. Umgebung von Tassikmalaja in West-Java.



Fig. 2. Unsere Karawane im verbrannten Walde am Fuſse der Telagawarna, des Eruptionskegels des Wawiran.

(Zu: Von Javas Feuerbergen.)

Himmel und Erde.

Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre.

Von Dr. E. Less in Berlin.

Der bekannte Erfahrungssatz, dafs beim Fortschreiten einer Wissenschaft nahezu entgegengesetzte Grundanschauungen in längeren oder kürzeren Zwischenräumen einander abzulösen pflegen, hat sich vielleicht an keinem Wissenszweige mehr als an der Lehre von den atmosphärischen Bewegungen bewährt. In der Zeit, in der die Witterungskunde sich fast ausschliefslich mit klimatologischen Untersuchungen beschäftigte, wurde von dem hervorragendsten Vertreter dieser Richtung, Heinrich Wilhelm Dove, der Ursprung aller Winde auf einen zwischen dem Äquator und den Polen vor sich gehenden Luftaustausch zurückgeführt. Durch die Ausdehnung der den Boden berührenden Luftschichten, so führte Dove[1]) aus, steigen diese in der Nähe des Äquators in die Höhe, und so entsteht jener warme steigende Luftstrom, der „courant ascendant", den Aristoteles schon kannte, dessen Bedeutung aber erst Saussure nachwies. Ebenso mufs vom Pole her die kältere Luft nach dem Äquator strömen, während die erwärmte Luft oben in entgegengesetzter Richtung abfliefst. Da die von den Polen nach dem Äquator getriebene Luft sich mit einer geringeren Geschwindigkeit nach Osten dreht als die Orte, mit welchen sie in Berührung kommt, so scheint sie in entgegengesetzter Richtung, d. h. von Ost nach West, zu fliefsen. Umgekehrt kommt die Luft, welche vom Äquator nach den Polen abfliefst, von Orten mit gröfserer Drehungsgeschwindigkeit nach Orten hin, welche sich langsamer nach Ost bewegen, und erfährt daher eine scheinbare Ablen-

[1]) H. W. Dove. Meteorologische Untersuchungen. Berlin, 1837, S. 9, S. 125 ff., S. 271 ff. — Eine ganz ähnliche Darstellungsweise findet sich auch an zerstreuten Stellen in Dove's Gesetz der Stürme. 4. Aufl. Berlin, 1873.

kung nach Osten. Die Äquatorialluft der Höhe erreicht jedoch nicht die Pole, sondern kommt schon in mittleren Breiten allmählich zur Erdoberfläche herab. Hier fliefsen daher nach Doves Auffassung die entgegengesetzt gerichteten Ströme neben einander und suchen sich gegenseitig zu verdrängen, und aus diesem Kampf zwischen dem Äquatorial- und dem Polarstrom sollen das abwechselnde Vorherrschen der südlichen und nördlichen Winde, ihre regelmäfsige Drehung mit der Sonne sowie die häufigen Veränderungen im gesamten Witterungscharakter der gemäfsigten Zonen sich erklären lassen.

Diese Erklärung schien jedoch nur wenig den Thatsachen zu entsprechen, welche das Studium der synoptischen Wetterkarten seit den sechziger Jahren unseres Jahrhunderts den Meteorologen täglich vor Augen führte Aus denselben erkannte man bald, welche überwiegende Bedeutung für alle Witterungserscheinungen die barometrischen Maxima und Minima besitzen, und in wie engem Zusammenhang mit ihnen insbesondere Richtung und Stärke der Winde stehen. Man fand das Gesetz, dafs der mit dem Winde Schreitende stets und überall an der Erdoberfläche den in seiner Umgebung höchsten Luftdruck etwas hinter sich und auf der ganzen nördlichen Halbkugel zu seiner Rechten, auf der ganzen südlichen zu seiner Linken, den niedrigsten Luftdruck hingegen vor sich und auf der nördlichen Halbkugel zu seiner Linken, auf der südlichen zu seiner Rechten hat. Die barometrischen Minima oder „Depressionen“ werden deshalb vom Winde stets in einem Sinne umkreist, welcher demjenigen des Uhrzeigers auf unserer nördlichen Erdhälfte entgegengesetzt ist, und da dieselben, wie die Wetterkarten erweisen, von einem Tage zum andern weite Strecken Landes zu durchschreiten pflegen, so mufs sich dabei an allen von ihnen berührten Orten in der Richtung des Windes ein vollständiger Wechsel vollziehen. Im Innern der Barometerminima aber, die man auch nach der Bewegung der sie umgebenden Winde als „Cyclonen“ zu bezeichnen pflegt, ist die Luft im beständigen Aufwärtssteigen begriffen, wobei sie, unter geringeren Druck gelangend, sich unter Wärmeverlust ausdehnt, und deshalb ein Teil ihres Wasserdampfgehaltes sich zu Wolken kondensiert und weiterhin als Regen oder Schnee herniederfällt. Ein solches Aufsteigen der Luft kann am leichtesten in einer Gegend vor sich gehen, welche an Wärme und Feuchtigkeit ihre Umgebung beträchtlich übertrifft. Und da die tieferen barometrischen Minima sich im Winter meistens über dem dann verhältnismäfsig warmen Meere, namentlich oft in der Nähe der warmen Meeresströmungen, wie des Golfstromes, im Sommer über

stark erhitzten Ländern fanden, so neigte man mehr und mehr der Ansicht zu, dafs dem Überschusse an Wärme und Feuchtigkeit die barometrischen Minima und zugleich das ganze System der sie umkreisenden Winde in den gemäfsigten Breiten ihre Entstehung verdanken. Umgekehrt sollten die barometrischen Maxima oder „Anticyclonen“, in deren Innern die Luft herniedersinkt, während sie am Erdboden nach allen Seiten aus ihrem Gebiete herausfliefst, und die sich im Winter vorzugsweise über dem stark erkalteten und an Wasserdämpfen armen Lande, im Sommer sehr häufig über den dann kühleren Meeren aufhalten, in erster Linie durch die lokalen Abkühlungen erzeugt sein.

Auch gegen diese neuere Anschauungsweise, nach welcher also die Luftbewegungen in den höheren Breiten zu den Passaten der Tropenzone aufser jeder Beziehung stehen sollten, wurden von mehreren Seiten gewichtige Bedenken erhoben, die jedoch erst etwa seit Mitte der achtziger Jahre genügendes Gehör fanden. In einer der Berliner Akademie im Jahre 1886 vorgelegten Abhandlung legte Werner von Siemens[2]) dar, dafs man noch garnicht den Sitz und Angriffspunkt der Kräfte kenne, welche die gewaltige Energie in den Maximis und Minimis ansammele, die dann ihrerseits die Stürme und Wirbelwinde erzeugen sollen, und unternahm einen, von ihm selbst jedoch nur als erste Annäherung an die Wahrheit bezeichneten Versuch, an der Hand der Lehre von der Erhaltung der Kraft zur Ausfüllung dieser Lücke beizutragen. Von dem hervorragenden österreichischen Meteorologen Julius Hann[3]) wurde andererseits aus den Beobachtungen von hoch gelegenen Bergstationen der sichere Nachweis erbracht, dafs die Kälte in den winterlichen Gebieten hohen Luftdruckes sich auf die untersten Luftschichten beschränkt, dagegen in mehr als 1 km Höhe die Temperatur derselben verhältnismäfsig hoch und auch die mittlere Temperatur der ganzen Luftsäule vom Boden bis jedenfalls über 5 km in den Anticyclonen in der Regel höher als in den Cyclonen ist, was der Entstehung dieser Luftgebilde aus den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen in ihrem Innern geradezu widerspricht. Hierdurch wurde mehr und mehr die Auf-

[2]) W. von Siemens. Über die Erhaltung der Kraft im Luftmeere. Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1886, S. 261—275.

[3]) J. Hann. Über die Beziehung zwischen Luftdruck- und Temperatur-Variationen auf Berggipfeln. Meteorol. Z.S. 5, S. 7—17, 1888. — Das Luftdruckmaximum vom November 1889. Denkschr. der Wiener Akad. 57, S. 401—442, 1890. — Bemerkungen über die Temperatur in den Cyclonen und Anticyclonen. Meteorol. Z.S. 7, S. 328—344, 1890.

merksamkeit auf eine zwar ziemlich verwickelte, aber wohl durchdachte Vorstellung von dem Wesen des grofsen, die ganze Erde umfassenden Kreislaufs der Atmosphäre hingelenkt, welche bereits im Jahre 1857 von dem englischen Physiker James Thomson[4]) und ganz unabhängig von demselben ein Jahr später von dem Amerikaner William Ferrel[5]) ausgesprochen und von dem letzteren durch mathematische Entwickelungen näher begründet worden war. Diese lange im Dunkeln gebliebenen Untersuchungen Ferrels hatte wohl zuerst Herr Sprung[6]) durch erläuternde Besprechungen und eigene Ergänzungen in etwas helleres Licht gerückt. In sehr naher Übereinstimmung mit ihren Ergebnissen befindet sich auch ein Schema der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, welches im Jahre 1888 von Herrn Oberbeck[7]) aus den Grundgleichungen der Hydrodynamik abgeleitet wurde, und sie passen sich allen unseren Erfahrungen in weit höherem Grade als die alte Dovesche Anschauungsweise an. Wie man sich aber mit diesem grofsen atmosphärischen Kreislaufe die kleineren Luftgebilde, die wir in den gewöhnlichen Cyclonen und Anticyclonen vor uns haben, im Zusammenhange denken kann, darüber liegen bis jetzt aufser einer wenig beachteten älteren Abhandlung Hanns[8]) hauptsächlich eine Untersuchung von Hermann von Helmholtz[9]) aus dem Jahre 1888 und eine von Wilhelm von Bezold[10]) aus dem Jahre 1890 vor.

Unter der vereinfachenden Annahme, die Erde sei ein gleich-

---

[4]) J. Thomson. On the Great Currents of Atmospheric Circulation. Report of the British Association 1857. Notices p. 38; später wiedergegeben in: Philos. Transactions 1892, 183, p. 653—684, 1893.

[5]) W. Ferrel. The Motions of Fluids and Solids relative to the Earth's Surface, veröffentlicht 1858—1860 in Runkle's Mathematical Monthly, später in Silliman Journal (2) 31, S. 27—51, 1861 und wiederabgedruckt in Professional Papers of the Signal Service, No. VIII, 1882.

[6]) A. Sprung. William Ferrel's Untersuchungen über atmosphärische Wirbel. Z.S. f. Meteorol. 17, S. 161—175 u. 277—282, 1882. — Lehrbuch der Meteorologie, Hamburg 1885, S. 190 ff. — Über die Theorie des allgemeinen Windsystems der Erde, mit besonderer Rücksicht auf den Antipassat. Meteorol. Z.S. 7, S. 161—177, 1890.

[7]) A. Oberbeck. Über die Bewegungserscheinungen der Atmosphäre. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1888, S. 383—395, in etwas anderer Form in: Naturw. Rundschau 3, S. 289—294, 1888 und Meteorol. Z. S. 5, S. 305—310, 1888.

[8]) J. Hann. Einige Bemerkungen zur Lehre von den allgemeinen atmosphärischen Strömungen. Z.S. f. Meteor. 14, S. 33—41, 1879.

[9]) H. v. Helmholtz. Über atmosphärische Bewegungen. Sitzber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1888, S. 647—663.

[10]) W. v. Bezold. Zur Theorie der Cyklonen. Sitzber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1890, S. 1295—1317.

förmig mit Wasser und Land belegtes und gebirgsloses Rotationsellipsoid hat man hauptsächlich zwei Kräfte, welche für den grofsen Kreislauf in unserer Atmosphäre mafsgebend sind, nämlich die in verschiedenen Breiten ungleich starke Erwärmung durch die Sonne und die Zentrifugalkraft, welche sich als eine Folge der Axendrehung entwickelt. Um eine ungefähre Vorstellung von der durch sie bedingten Druckverteilung zu erhalten, wird es zweckmäfsig sein, den Einflufs jeder dieser beiden Kräfte zunächst gesondert zu betrachten. Wir denken uns also ein in Ruhe befindliches homogenes Sphäroid, dessen Oberfläche überall gleiche Temperatur hat, und in dessen gasförmiger Hülle die Temperatur entweder gleichfalls konstant ist oder sich nach aufsen hin überall gleich schnell ändert. Dann wird in atmosphärischen Schichten, welche zur Kugeloberfläche konzentrisch sind, der Gasdruck überall gleich grofs und zu Bewegungen keinerlei Anlafs gegeben sein. Wird jetzt aber irgend eine Stelle der Kugeloberfläche erwärmt, so teilt sich ihre Wärme durch Leitung zunächst den sie unmittelbar berührenden und bald durch ein Spiel auf- und absteigender Strömungen immer höheren und höheren Luftschichten mit. Die ganze auf der erwärmten Stelle ruhende Luftsäule erfährt also eine Temperaturerhöhung und wird sich darum mehr und mehr ausdehnen, so dafs ihre oberen Schichten sich weiter als diejenigen, in denen ringsum der gleiche Druck herrscht, vom Mittelpunkte der Kugel entfernen. Beschränkt sich die Erwärmung aber nicht nur auf die eine Stelle, sondern findet sie an der ganzen Kugeloberfläche statt, und zwar am stärksten in einer am Äquator gelegenen Zone, von da aus nach beiden Polen hin abnehmend, so werden sich die Flächen gleichen Druckes rings um den Äquator am höchsten erheben und von da nach beiden Polen hin allmählich abfallen. Die Luft wird deshalb in grofser Höhe vom Äquator zu den Polen hin strömen müssen, gerade wie Wasser von einem geneigten Abhange herniederfliefst. Hierdurch vermindert sich am Äquator die Masse und damit der Druck der den Boden belastenden Luftsäule und vermehrt sich an den Polen, und diese Druckdifferenz bleibt bestehen, so lange die ungleichartige Erwärmung fortdauert, wenn sie auch durch einen von ihr in der Nähe der Erdoberfläche verursachten Rückstrom der Luft nach dem Äquator hin verringert wird.

Die Erwärmung der bisher als ruhend angenommenen Erde durch die Sonne hat also auf jeder Halbkugel eine rein meridional verlaufende Luftströmung zur Folge, welche in der Höhe die entgegengesetzte Richtung wie nahe der Oberfläche besitzt. Denken wir

uns jetzt die Erde mit ihrer Hülle um die Axe in Rotation versetzt, so empfängt jedes Luftteilchen eine westöstliche Geschwindigkeit, welche am Äquator den gröfsten Wert hat — nach den wirklichen Mafsen ungefähr 465 m in der Sekunde — und bis Null an den Polen abnimmt. Die in der Höhe vom Äquator abfliefsende Luft wird dann nicht allein deshalb auf beiden Halbkugeln eine Ablenkung nach Ost erfahren, weil sie nach Orten mit geringerer als ihrer anfänglichen Westostgeschwindigkeit gelangt, sondern ihre eigene Geschwindigkeit nimmt sogar noch zu in dem Mafse, wie die Radien der von ihr passierten Breitenkreise sich verkleinern. Dies folgt aus dem allgemeinen mechanischen Prinzip, welches als „Flächensatz" bekannt ist, dem gleichen, dessen Wirksamkeit wir es auch zum Teil zu verdanken haben, dafs unser nördlicher Winter, in welchen die gröfste Sonnennähe der Erde hineinfällt, um mehrere Tage kürzer als der Winter der südlichen Hemisphäre ist. Nach diesem Satze beschreibt nämlich der Radius Vector eines unter dem Einflusse einer Zentralkraft sich frei bewegenden Körpers oder seine Projektion auf eine feste Ebene, in welcher die Kraftkomponente immer durch einen und denselben Punkt geht, in gleichen Zeiten stets die gleichen Flächenräume, so dafs also die Drehung des Körpers sich beschleunigt, wenn seine Entfernung von der Drehungsaxe sich vermindert. Freilich mufs die in der Nähe des Erdbodens dem Äquator zuströmende Luft, welche hinter der dort vorhandenen Luft in ihrer Drehung nach Osten zurückbleibt und daher westwärts abgelenkt wird, im gleichen Verhältnisse von ihrer absoluten westöstlichen Geschwindigkeit verlieren. Diese war aber, weil die Luft von höheren Breiten ausging, von vornherein geringer als von der über ihr polwärts fliefsenden Luft, ihre Abnahme ist deshalb auch geringer und wird noch sehr beträchtlich dadurch vermindert, dafs die schneller bewegte Erdoberfläche die sie berührenden unteren Luftschichten mit fortzieht, während die oberen durch Reibung an den Nachbarschichten nur eine geringfügige Einbufse an ihrer Geschwindigkeit erleiden. Im ganzen wird daher der Geschwindigkeitszuwachs der oberen Strömung den Geschwindigkeitsverlust der unteren bei weitem überwiegen, und die gesamte in Zirkulation versetzte Atmosphäre sich erheblich schneller um die Erdaxe drehen, als wenn die Atmosphäre im Verhältnis zur Erde sich in Ruhe befände. Mit der Drehungsgeschwindigkeit wächst aber gleichzeitig die Zentrifugalkraft und die Gröfse der Abplattung, welche diese in einem elastischen Sphäroide verursacht. Dadurch mufs die Luft von den Polen fort und dem Äquator

zugetrieben werden, und der höchste Luftdruck jeder Hemisphäre wird sich daher nicht, wie es bei der ruhenden Erdkugel der Fall wäre, an den Polen, sondern in einer mittleren Breite befinden und von da aus nach beiden Richtungen hin abnehmen.

Dies ist ein grofser Unterschied der neueren Theorie gegen die alte Dovesche Anschauungsweise, welcher mit den beobachteten Thatsachen vollständig im Einklange steht. Denn in Wirklichkeit wird jede Hemisphäre zwischen 30 und 35° Breite von einem Walle höchsten, im Mittel ungefähr 763 mm betragenden Luftdruckes umschlossen, welcher sie in zwei nahezu gleich grofse Hälften mit getrennter Luftzirkulation teilt. Betrachten wir zuerst die Verhältnisse der wärmeren, tropischen Zone, so finden wir hier, wo die Luftdruckverteilung in der Höhe derjenigen am Erdboden entgegengesetzt ist, in jeder Hemisphäre einen vollständigen Kreislauf einer oberen, auf der nördlichen Halbkugel südwestlichen, auf der südlichen nordwestlichen und einer unteren nordöstlichen bezw. südöstlichen Strömung. Zwischen beiden liegt eine schmale Zone, wo an der Erdoberfläche meistens Windstillen oder sehr schwache variabele Winde herrschen, und wo die Luft in fortwährendem Emporsteigen begriffen ist, weshalb dort sehr starke Bewölkung und tägliche Gewitterregen die Regel bilden. Dieser sogenannte „Kalmengürtel des Äquators“ mufs seiner Entstehungsweise nach mit derjenigen Gegend zusammenfallen, wo die mittlere Temperatur der über ihr ruhenden Luftsäule am höchsten ist; er erleidet daher mit der Deklinationsänderung der Sonne eine allerdings um 2 bis 3 Monate sich verspätende Verschiebung nach Norden oder Süden hin, hält sich aber im Jahresdurchschnitt nicht gerade über dem Äquator, sondern fast 5 Breitengrade nördlicher auf, wie ja auch die höchsten Jahrestemperaturen sich wegen der ungleichen Verteilung von Wasser und Land auf der nördlichen Halbkugel befinden. Die in der Höhe vom äquatorialen Kalmengürtel fortströmenden südwestlichen bezw. nordwestlichen Winde beginnen schon mehrere Breitengrade vor den Gebieten höchsten Luftdruckes allmählich hinabzusinken und verleihen daher der ganzen subtropischen Zone einen ruhigen und sehr freundlichen Witterungscharakter. In den unteren Schichten fliefsen von den subtropischen Hochdruckgebieten, deren Lage sich mit den Jahreszeiten ebenso wie die des Kalmengürtels ändert, zum letzteren die durch ihre Beständigkeit ausgezeichneten Passatwinde zurück. Wenige Breitengrade vom Äquator entfernt, geht in mittlerer Höhe, wie es Wolkenbeobachtungen erwiesen haben, der Nordostpassat der nördlichen Halbkugel in einen Südost- und der

Südostpassat der südlichen in einen Nordostwind über, und in sehr grofsen Höhen der Äquatorialregion weht der Wind beinahe direkt aus Ost; dies wurde beim Vulkanausbruch des Krakatau [11]) im Jahre 1883 durch die Verbreitung des in die höchsten Schichten geschleuderten vulkanischen Rauches und der Dämpfe wohl zum ersten Male erkannt, aber später auch durch Cirrusbeobachtungen von Herrn Abercromby [12]) bestätigt.

Nach den gemäfsigten Zonen hin wird der Luftdruck von den Grenzen des Subtropengebietes aus niedriger und niedriger. Seine Abnahme erfolgt auf der südlichen Halbkugel sehr schnell und dauert hier bis zu so hohen Breiten fort, wie es sich bisher durch zahlreichere Beobachtungen hat feststellen lassen; in 60° Breite ist der mittlere Luftdruck unter 744 mm gesunken. Auf der nördlichen Halbkugel hingegen vermindert sich derselbe nur bis ungefähr 758 mm in 65° Breite, um dann nach dem Pole hin wieder zuzunehmen. Da der Luftdruck in den kälteren Gegenden schneller als in der warmen Subtropenzone nach oben hin sich verringert, so mufs das am Erdboden bestehende Druckgefälle, der „Gradient", wie die Meteorologen es nennen, in den gemäfsigten Zonen, anders wie in den Tropen, in der Höhe nicht nur sein Vorzeichen beibehalten, sondern an Gröfse noch wachsen, und in der nördlichen kalten Zone mufs aus demselben Grunde der Gradient schon von äufserstens 2000 m Höhe an ebenfalls nach dem Pole gerichtet sein. Demzufolge wird jenseits der Passatgrenzen die Luft in oberen und unteren Schichten der Atmosphäre den höheren Breiten zustreben, wo durch die rasch wachsende Zentrifugalkraft die Südwestwinde — um die Vorstellung bei der nördlichen Hemisphäre festzuhalten — mehr und mehr in reine Westwinde umgewandelt werden, die in einem grofsen Wirbel den Pol umkreisen. Im Innern dieses Wirbelringes mufs entgegengesetzt wie bei den kleineren Luftwirbeln, welche unsere Cyclonen bilden, die Luft sich in absteigender Bewegung befinden, da die durch die Wärmeunterschiede eingeleitete atmosphärische Zirkulation ein Hinabfliefsen der oberen Strömung am Pol erfordert, welches die erst infolge dieser Grundzirkulation in Wirksamkeit tretende Zentrifugalkraft zwar nach niedrigeren Breiten zu versetzen und sehr zu verringern, jedoch nicht ganz zu beseitigen vermag. Wie aber jener

[11]) Kiefsling. Die Bewegung des Krakatau-Rauches im September 1883. Sitzungsber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1886, S. 529—533.

[12]) R. Abercromby. Upper Wind-Currents near the Aequator, and the Diffusion of Krakatao Dust. Nature 36, S. 85—87, 1887.

Luftstrom von dem polaren Gebiete niedrigen Druckes nach dem Maximalgebiet an der Grenze der Subtropenzone zurückgelangen kann, erklärt sich in folgender Weise. Einem jeden Druckgradienten entspricht eine bestimmte Windgeschwindigkeit und zugleich unter jeder geographischen Breite ein bestimmter Wert des Winkels, um welchen die Luft durch die Zentrifugalkraft von der Richtung des Gradienten abgelenkt wird. Wächst aus irgend einem Grunde die Geschwindigkeit über die ihr nach dem Werte des Gradienten zukommende hinaus, so wächst auch gleichzeitig der Ablenkungswinkel; wird sie kleiner, so wird der Ablenkungswinkel es mit ihr. Der letztere Fall tritt in den untersten Schichten der Atmosphäre infolge der starken Reibung an der Erdoberfläche ein, und in der That ist die vorherrschende Richtung der Bodenwinde keine rein westliche, sondern Westsüdwest oder sogar Südwest. Umgekehrt aber teilen die am Rande des Polarwirbels sich aus den höchsten Schichten herabsenkenden Luftteilchen den mittleren Schichten ihre im Verhältnis zum Gradienten zu grofse Geschwindigkeit mit; dort mufs daher der Ablenkungswinkel wachsen und in mittlerer Höhe der Atmosphäre die Luft sich wieder gegen den Äquator hin bewegen, wie es auch die Beobachtungen der durchschnittlich aus Westnordwest ziehenden höheren Wolken erwiesen haben.

Dies wäre in grofsen Zügen der Verlauf der atmosphärischen Bewegungen, wie ihn, unseren heutigen Anschauungen gemäfs, eine homogene Erdkugel zeigen würde. In Wirklichkeit aber hat derselbe sehr bedeutende Störungen zu erleiden, welche durch die ungleiche Verteilung von Wasser und Land, durch die orographischen und andere Verschiedenheiten der einzelnen Erdteile verursacht werden. Für die tropische Zone wurde als eine Folge ihrer gröfseren Landbedeckung auf Seiten der nördlichen Halbkugel bereits erwähnt, dafs sich der äquatoriale Kalmengürtel und mit ihm die beiden Passatgebiete in ihrer mittleren Lage nach Norden verschieben. Eine besondere Abänderung erfahren im Sommer beider Hemisphären die Passatströmungen, namentlich über dem Indischen Ozean. Dort wird durch die grofse Erwärmung der Ländermasse Asiens bezw. von Australien die Luft über dieser noch viel stärker als innerhalb des Kalmengebietes verdünnt, so dafs an der Erdoberfläche die Luft vom letzteren fort und nach dem erhitzten Lande hin strömen mufs. So entstehen mitten im Gebiete der Passate die mit den Jahreszeiten wechselnden „Monsunwinde“, deren Herrschaft an der Ostküste Asiens bis weit in die gemäfsigte Zone hinaufreicht.

Wie in der Tropenzone ausgedehnte Ländermassen im Sommer zur besonderen Verdünnung, so müssen dieselben in höheren Breiten, in welchen die Wärmeausstrahlung im Laufe des Jahres über die Einstrahlung überwiegt, im Winter zur stärkeren Verdichtung der über ihnen befindlichen Luft Veranlassung geben. Deshalb findet schon innerhalb der die tropische und die gemäfsigten Zonen trennenden Gürtel über dem Lande im Winter eine viel bedeutendere Luftanhäufung als über den Meeren statt. Dort werden sich also einzelne Kerne mit höchstem Luftdruck bilden, die auf der nördlichen Halbkugel aus den Breiten des eigentlichen Subtropengürtels, den sogenannten „Rofsbreiten" der Schiffer, zum Teil weit hinausrücken und ihre bedeutendste Entwickelung in der nordamerikanischen Anticyclone von mehr als 768 mm, namentlich aber in der sibirischen Anticyclone von mehr als 776 mm hohem Luftdruck im Januar erlangen.

Auf der südlichen Halbkugel findet sich, ihrer geringeren Landbedeckung entsprechend, jener Gürtel hohen Luftdruckes an der Grenze der Subtropenzone in sehr viel regelmäfsigerer Gestaltung vor. In den höheren südlichen Breiten, wo der Umfang der Länder hinter den Meeren immer mehr zurücktritt, geht die Abnahme des Luftdruckes und die Luftbewegung mit noch gröfserer Regelmäfsigkeit vor sich. Ungefähr vom 40. Breitengrade an wehen beinahe unausgesetzt sehr starke westliche Winde, welchen man wegen des grofsen Nutzens, den sie der Segelschiffahrt gewähren, den Namen der „braven Westwinde" beigelegt, und deren polare Grenze Herr Neumayer[13]) auf etwa 61 Grad angesetzt hat. Dies also ist die Gegend, in welcher sich die Vorgänge der gemäfsigten Zonen in gröfster Reinheit abspielen, und die Sammlung zahlreicherer Beobachtungen von daher, besonders aber ihre Ausdehnung über den 60. und 70. Breitengrad hinaus mufs deshalb auch für die meteorologische Wissenschaft als eine Aufgabe von aufserordentlich grofser Bedeutung betrachtet werden, deren teilweise, wenn nicht gänzliche Lösung durch die von Deutschland und England vorbereiteten Südpolar-Expeditionen in nicht mehr ferner Zukunft zu erhoffen ist.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse in den höheren Breiten der nördlichen Hemisphäre, wo die lokalen Temperaturdifferenzen zwischen den Ozeanen und Landmassen zu hohen Beträgen anwachsen, welche im Winter den allgemeinen Temperaturdifferenzen zwischen der Tropenzone und dem Pole sehr nahe kommen. Jene

[13]) G. Neumayer. Die Erforschung des Süd-Polargebietes. 60 S. Berlin 1872, S. 49.

müssen deshalb an verschiedenen Stellen zu lokalen Zirkulationen Veranlassung geben, welche sich neben der allgemeinen zwischen den Roſsbreiten und der Polkappe stattfindenden Luftzirkulation in hohem Grade geltend machen. Solche verschieden bewegte Luftströme können, wie von Helmholtz nachgewiesen worden ist, eine Weile neben einander fortbestehen, aber das Gleichgewicht an ihrer Grenzfläche ist labil, und sie lösen sich früher oder später in Wirbel auf, in deren Innern durch die sich immer vergröſsernde Berührungsfläche eine schnelle Mischung der ursprünglich getrennten Luftschichten ermöglicht wird. Dabei darf man wohl annehmen, daſs der Vermischungsprozeſs der allgemeinen mit lokalen Zirkulationen nicht gleich an der Grenze der Passatzone vor sich geht, sondern Teile der stark rotierenden warmen hohen Schichten rein oder halb gemischt übrig bleiben, die erst weiter gegen den Pol hin neue Mischungen eingehen. So wird es verständlich, daſs in den höheren Breiten der nördlichen Halbkugel eine groſse Zahl unregelmäſsig fortwandernder Cyclonen und Anticyclonen mit Übergewicht der ersteren entstehen muſs, wie sie durch die Gebiete niederen und hohen Luftdrucks auf unseren synoptischen Karten in Erscheinung treten.

Daſs diese jedoch von dem Zusammenhange mit dem gröſseren Kreislauf der Atmosphäre, der sich noch in den höchsten Schichten über ihnen und in gröſserer Mächtigkeit in den niedrigeren Breiten abspielt, nicht vollständig losgelöst sind, geht nicht allein aus ihren zuerst durch Herrn Hann festgestellten und hernach durch zahlreiche Ballonbeobachtungen bestätigten Temperaturverhältnissen, sondern noch aus anderen bedeutungsvollen Thatsachen hervor. Von Herrn von Bezold sind für eine bestimmte Klasse von Cyclonen, nämlich solche mit kreisförmigen Linien gleichen Luftdruckes und mit Winden, die in die Richtung dieser Linien fallen, die Grundgleichungen ihres Fortbestehens abgeleitet worden, wobei sich zwischen ihren Druckgradienten und Windgeschwindigkeiten Beziehungen ergaben, denen man in Wirklichkeit bei den Cyclonen häufig begegnet. Bei solchen sogenannten „zentrierten" Cyclonen steht die Gradientkraft senkrecht auf der Richtung, nach welcher hin Arbeit, die hier in der Überwindung der Reibung besteht, zu leisten ist. Diese Arbeit kann daher keinenfalls von der in den Cyclonen vorhandenen Gradientkraft geleistet werden, und noch weniger kann das geschehen, wenn die Windrichtung um noch mehr als 90^0 von der Richtung des Gradienten abweicht, weil dann noch eine Kraftkomponente vorhanden sein muſs, die der einzigen aus der Druckverteilung entspringenden ent-

gegengesetzt gerichtet ist. Nach Herrn von Bezolds mathematischen Entwickelungen aber können Cyclonen, die an ihrer Basis wenigstens annäherungsweise zentriert sind, kaum zu den Seltenheiten gehören, und hat man in 'deren oberen Teilen wahrscheinlich sogar zentrifugale Bewegungen zu erwarten, selbst wenn sie gegen den Gradienten erfolgen müssen. Die Bewegungen in der Cyclone können dann also nicht ausschliefslich Folge der in ihrem Zentrum vorhandenen Luftbewegung sein, sondern müssen ihre Ursache ganz oder teilweise aufserhalb finden.

Aus ihrem Zusammenhange mit der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation erklären sich ungezwungen mehrere der bekanntesten Eigenschaften der in unseren Breiten auftretenden Cyclonen und Anticyclonen, z. B. dafs beide im Winter, der Jahreszeit mit den gröfsten Temperaturunterschieden sowohl zwischen der äquatorialen und polaren Zone als auch zwischen nahe gelegenen Wasser- und Landgebieten, sich in höchster Intensität entwickeln, ferner dafs die Cyclonen am häufigsten in der Richtung nach Osten fortzuschreiten pflegen, in welcher die in ihrem Inneren emporsteigenden Luftmassen in grofser Höhe am leichtesten abfliefsen können. Für die Wanderung der Barometerdepressionen gilt zwar als Regel, dafs dieselbe ungefähr senkrecht zur Richtung des stärksten Druckgradienten erfolgt, und zwar namentlich dann, wenn auch die höchsten Temperaturen auf die Seite des höchsten Luftdruckes fallen, so dafs in den oberen Luftschichten der Druckgradient noch zunehmen mufs. In völliger Übereinstimmung hiermit und mit entsprechender Geschwindigkeit gehen jedoch erfahrungsmäfsig die Ortsveränderungen der Minima gewöhnlich nur in den Fällen vor sich, wenn der Druckgradient von der südnördlichen Richtung nicht sehr erheblich abweicht. Ist er dagegen z. B. nach Ost gerichtet, so schreitet das Minimum meistens nicht, wie man erwarten sollte, gerade südwärts, sondern ungefähr südostwärts fort, und eine Bewegung desselben nach West findet, selbst bei äufserst starken nordsüdlichen Gradienten, fast immer mit sehr geringer Geschwindigkeit statt. Dem durch die Druck- und Temperaturverteilung an der Erdoberfläche bedingten Bewegungsantrieb auf das barometrische Minimum scheint sich daher stets eine westöstliche Kraftkomponente, bald verstärkend, bald schwächend, beizugesellen, welche bei der Vorausbestimmung seines wahrscheinlichen Weges durchaus mit in Rechnung zu ziehen und deren Sitz offenbar in sehr hohen Schichten der Atmosphäre zu suchen ist.

Die Wirksamkeit dieser hohen Schichten läfst auch die Annahme

als möglich zu, dafs der wahre Ursprung mancher unserer bedeutenderen Witterungsanomalieen, namentlich solcher von langer Dauer, weit aufserhalb nicht allein des Gebietes liegt, in dem die Cyclonen oder Anticyclonen zuerst bei uns erscheinen, sondern auch desjenigen, in welchem dieselben thatsächlich entstanden sind. Beispielsweise mag eine besondere Erhöhung und Vergröfserung des sibirischen Barometermaximums im Winter, durch welche oft eine lange anhaltende Kälteperiode in Europa eingeleitet wird, durch ungewöhnlich hohe Wärme im Tropen- oder Subtropengebiete veranlafst sein, die einen vermehrten Abflufs der Luft von dort nach höheren Breiten zur Folge hat. Zur Erhaltung und weiteren Verbreitung solcher Witterungsanomalieen werden aber, gleichviel, ob sie ursprünglich durch die höchsten Luftschichten den gemäfsigten Breiten übermittelt oder in diesen selbst erzeugt sind, auch mehr lokale Verhältnisse wesentlich beitragen können, so die abkühlende Wirkung einer über ein weites Gebiet sich ausdehnenden hohen Schneedecke, in dessen Umgebung der Boden ganz oder nahezu von Schnee entblöfst ist. Dort wird sich nämlich leicht ein beständiges Kältezentrum entwickeln, welches anziehend und verstärkend auf die Anticyclonen in weitem Umkreise wirken mufs und bisweilen sogar cyclonale Wetterlagen überdauern kann, wie es sich für einen Teil von Nordeuropa bei Untersuchung der Witterungsverhältnisse des trockenen Frühlings 1893[14]) gezeigt hat. In ähnlicher Weise kann, wie es in den letzten Jahren von Herrn Pettersson[15]) wahrscheinlich gemacht und speziell mit Rücksicht auf die Verhältnisse Deutschlands von Herrn Meinardus[16]) näher ausgeführt worden ist, ein aufsergewöhnlich gesteigerter Wärmegehalt der Meeresströmungen, insbesondere des Golfstromwassers eine Vertiefung der ozeanischen Barometerminima bewirken, welche dann ihrerseits wiederum die Erhaltung der hohen Wassertemperatur und den längeren Fortbestand der Temperaturabweichungen bis auf grofse Entfernung hin nach sich ziehen mufs.

Aus den vorstehenden Betrachtungen dürfte ersichtlich sein, dafs die Ansichten über den Gesamtverlauf der grofsen atmosphärischen

---

[14]) E. Less. Die Verteilung des Luftdruckes über Europa während der Trockenzeiten des Frühlings und Sommers 1893. Meteorol. Z.S. 11, S. 121 bis 136, 1894.

[15]) O. Pettersson. Über die Beziehungen zwischen hydrographischen und meteorologischen Phänomenen. Meteorol. Z.S. 13, S. 285—321, 1896.

[16]) W. Meinardus. Über einige meteorologische Beziehungen zwischen dem Nordatlantischen Ozean und Europa im Winterhalbjahr. Meteorol. Z. S. 15, S. 81—105, 1898.

Strömungen im wesentlichen bereits geklärt sind, dagegen über die Beziehungen zwischen den einzelnen Zweigen derselben wie zwischen ihnen und den kleineren Luftwirbeln unserer Breiten noch gar manche Zweifel zu lösen bleiben. Namentlich ist über die Gröfse des Anteils, welchen die allgemeineren und welchen die mehr örtlichen Verhältnisse an den bei uns sich abspielenden Witterungsvorgängen haben, heute noch so gut wie nichts bekannt. Die Erklärung aber ganz bestimmter Erscheinungen aus dem Zusammenwirken der allgemeinen Zirkulation mit den lokalen Bedingungen dürfte, wie von Herrn von Bezold in seiner Untersuchung über die Theorie der Cyclonen betont worden ist, wohl auf Jahre hinaus eine der wichtigsten Aufgaben der meteorologischen Forschung bilden, an deren Lösung man auf sehr verschiedenartigen Wegen herantreten kann.

Von Javas Feuerbergen.

Besuch eines neugebildeten Vulkanbeckens.

Von Dr. F. **Kronecker** in Berlin.

Die grofse javanische Schienenstrafse, welche die westliche Hauptstadt der Insel: Batavia mit dem Hauptplatze des Ostens: Surabaja verbindet, durchzieht in ihrem westlichen Dritteile die von schönen und hohen Vulkanketten durchsetzten Preanger Landschaften. Bevor sie die Westgrenze dieser Provinz bei Tassikmalaja erreicht, um in die flache, fieberreiche, von dichtem Sumpfwald bedeckte südliche Küstenebene, „die Sava“ einzutreten, nimmt sie ihren Weg hart am Osthange eines steilen Vulkanwalles, des „Galoenggoeng“, und zwar so, dafs der Schienenweg mittelst einer Reihe tiefer Einschnitte, langer Tunnels und kühn konstruierter Galerien in das Gebirge selbst hat hineingebrochen werden müssen.

Der Galoenggoeng stellt ein Vulkanplateau dar, dessen höchster Punkt auf 2229 m Meereshöhe gemessen worden ist. Nach Osten, nach der Ebene von Tassikmalaja zu, stürzt er in mehrfachen Stufen steil ab; nach Westen, gegen das Gebirgsthal von Garoit ist seine Neigung eine geringere. Galoenggoeng gehört zu den zahlreichen Feuerbergen der schönen Insel, welche eine Quelle steter Sorge und Angst für ihre Umgebung bilden. Schon manches reiche Dorf, manch' blühende Plantage liegt unter der Hunderte von Metern mächtigen Schutt- und Aschendecke begraben, welche als Lavaströme aus den Kratern des Galoenggoeng hervorquollen. Die letzte Eruption vor meiner, in den Oktober des Jahres 1895 fallenden Anwesenheit in jener Gegend hatte genau ein Jahr vorher, im Oktober 1894, stattgefunden. Am 18. Oktober dieses Jahres bewegte sich ein breiter Lavastrom gegen den am Südfufse des Galoenggoeng-Stockes etwa zwei geographische Meilen südwestlich von Tassikmalaja gelegenen gewerbfleifsigen Marktflecken Sangaparna, wo er arge Verheerungen anrichtete. Der Bevölkerung gelang es fast ohne Ausnahme, sich recht-

zeitig in Sicherheit zu bringen. Der Flufs Tjikunir, der wichtigste der Wasserläufe, welche am Südhange des Galoenggoeng entspringen, ein Nebenflufs des Tjibandöwi, über dessen tief eingeschnittenes Bett die Bahnlinie dicht hinter Manundjaja auf kühner Gitterbrücke führt, wurde damals durch Schuttmassen in seinem Laufe gehemmt und mufste sich ein anderes Bett suchen.

Nicht der höchste Gipfel des Galoenggoeng war es, welcher in Thätigkeit trat, sondern eine etwas niedrigere, dem Hauptgipfel westlich benachbarte Kammpartie, „Wawiran" genannt, an deren Südwand sich in etwa halber Höhe eine Anzahl Krater öffneten. Die Formation des Berges wurde hierdurch erheblich verändert, und es schien wohl der Mühe wert, diese jungen Vulkangebilde zu besichtigen und photographisch aufzunehmen, zumal dies noch nicht gehörig geschehen war.

Ich brach zu diesem Zwecke am Nachmittage des 28. Oktober 1895 mit meinem Reisebegleiter Herrn Kapitän a. D. Fedor Schulze aus Batavia und dessen jungem Sohne von Tassikmalaja auf. Aufserdem befand sich in unserer Begleitung ein alter Eingeborener aus fürstlichem Geblüt, ein „Pangeran" — Statthalter — in der Provinz Sintang, West-Borneo, welcher aus einer höchst fadenscheinigen Veranlassung von der holländischen Regierung seines Amtes entsetzt und nach Java verbannt worden war. Der Pangeran hatte nämlich während der letzten Jahre seines Dienstes viel unter den Einfällen feindlicher Dajak-Stämme zu leiden gehabt, welche Raubzüge in sein Gebiet unternahmen und viele seiner Leute umbrachten. Er wandte sich wiederholt an den Assistent-Residenten von Sintang mit der Bitte, die Räuber züchtigen zu dürfen, aber er blieb ohne Bescheid. Da nahm er das Recht in die eigene Hand, denn täglich büfste er Leute ein, zog aus und tötete mehr als 30 der feindlichen Dajaks. Jetzt regte sich plötzlich die holländische Verwaltung. Der Resident von Pontjanak, des Hauptplatzes an Borneos Westküste, liefs den Pangeran vorladen und verurteilte ihn zur Strafe für sein eigenmächtiges Handeln zur Verbannung nach Java. Die Statthalterschaft übernahm sein ältester Sohn. Die ganze Fürsorge der Regierung für den alten, treuen Diener bestand hinfort in 25 Gulden (!) monatlichen Gnadensoldes. Um nicht zu darben, war er auf die Wohlthätigkeit seines Freundes, des Raden Adipatti von Manundjaja, angewiesen, welcher sich in liebevoller Weise seiner und seiner Frau annahm. Auch wir hatten uns bei unserer Expedition der Hülfe des Raden Adipatti zu erfreuen, nachdem wir kurz vorher seine Gäste in seinem luxuriös ausgestatteten Palast gewesen waren. Da der ganze Südabhang des „Galoenggoeng"

zu dem Bezirk dieses Fürsten gehörte, so hatte er alle Häuptlinge angewiesen, uns jede gewünschte Hülfe zu leisten. So konnten wir ohne Schwierigkeit die erforderliche Zahl von 42 Kulis erhalten, welche unsere Apparate, Lebensmittel und die Fackeln für den nächtlichen Marsch durch den Busch zu tragen bestimmt waren. Jeder Kuli erhielt für die auf $1^1/_2$ Tage berechnete Unternehmung 25 Cents, circa 40 Pfg., so dafs die ganze Karawane mich kaum 12 holländische Gulden (etwa 22 Reichsmark) kostete. Unter den Kulis befanden sich übrigens 15 „Häuptlinge", welche eine Art Aufsicht führten. Ihr Lohn war nicht höher bemessen als der der Unter-Kulis, doch hatten sie nur die leichteren Lasten, namentlich die brennenden Fackeln bei Nacht zu tragen. Für die beiden älteren Herren: Kapitän Schulze und den Pangeran von Borneo wurden primitive Tragsessel mitgenommen, roh gezimmerte Stühle, deren Handhaben aus dicken Bambusstäben bestanden, welche unterhalb der Sitze mittelst Rotang (spanischen Rohrs) befestigt waren. Aufserdem wurden Ponies von zweifelhafter Qualität für 50 Cents (75 Pfg.) das Stück gemietet.

Unser Weg ging zuvörderst zu Wagen von Tassikmalaja in westlicher Richtung direkt auf den Bergwall des Galoenggoeng zu. Die leidliche, meist ebene Strafse war von steilen Böschungen unterbrochen, bei deren Überwindung sich die vortrefflich organisierte Hülfsaktion unseres Freundes, des Raden Adipatti von Manundjaja, überaus nützlich erwies. Denn überall hatten die Häuptlinge der Dörfer und Weiler, welche wir passierten, Kulis aufgeboten, welche durch Anstemmen gegen die Rückwände der Wagen dieselben schnell auch die steilsten Hänge hinaufbugsierten.

Die Strafse führte durch Kokoswäldchen (Fig. 1, Titelblatt) und dichte Bambuspflanzungen, später durch grünende Reisfelder. Immer schöner und instruktiver gestaltete sich der Vorblick auf den Galoenggoeng-Stock. Er ist im Süden flankiert von einem zierlichen Kegel, dem Dingdinghari, 1623 m über dem Meere, auf welchen eine gewaltige, schroffe Kraterwand folgt, deren nördliche Umwallung bei Gelegenheit einer früheren Eruption abgesprungen war, so dafs man direkt in den trichterförmigen Krater hineinschaut. Gerade im Vorblick folgt nun der flache Eruptionskegel des Wawiran, an dessen östlichem Abhang der letzte Ausbruch stattfand, das Ziel unserer Wanderung. Nunmehr schwingt sich der nach Norden streichende Kamm des Galoenggoeng empor zu der höchsten Partie, der Boenikjana, wo der alte, nur noch schwach thätige Krater liegt. Nördlich hiervon erhebt sich ein zierlicher Kegel, der 2229 m messende höchste Gipfel des Galoeng-

goeng. Jenseits einer tiefen Einsenkung im Kamme schliefst im Norden der ganze vielgestaltige Gebirgsstock mit einem graziösen Vulkankegel ab, der 1690 m hohen Telaga Bodas, wo jener, von Garoet aus vielbesuchte Kratersee gleichen Namens liegt.

Nach $1^1/_2$stündiger Fahrt hatten wir ein kleines Dorf erreicht, 450 m über dem Meere gelegen, wo der Fahrweg endete und wir nunmehr die Pferde zu besteigen genötigt waren, elende Klepper, mit Stricken gezäumt, dabei störrisch und schwer zu regieren. Unser Gepäck, mehr als 20 Stücke, wurde auf die 43 Kulis verteilt, so zwar, dafs die schwersten Lasten, namentlich die Plattenkisten, mittelst Bambusbast an dicken Bambusstangen befestigt wurden, welche je zwei Leute trugen. Bei diesem Werke machte sich der alte, dicke Pangeran von Borneo sehr nützlich, indem er nicht nur rationelle Anordnungen traf, sondern beim Festbinden der Lasten fleifsig mit Hand anlegte. Der gut gehaltene Pfad führte jetzt weiter in westlicher Richtung gerade auf den Galoenggoeng zu, welcher meist von schwärzlichem Gewölk eingehüllt wurde. Wenn es der Abendsonne gelang, die Wolkenwand zu durchbrechen, so leuchtete der Scheitel des Berges auf Augenblicke durch den Wolkenschleier gespenstisch und majestätisch. Nach halbstündigem Ritt bog der Weg nach Süden ab und querte das Bett des Tjibanjaran, des nördlichsten der am Eruptionskegel des Wawiran entspringenden Wasserläufe, ein wohl $^1/_2$ km breites Flufsbett, in welchem zwischen Schuttwällen und grofsen, glatten Kieseln graue Wasserfäden hinabrieselten.

Gegen 5 Uhr nachmittags hatten wir den „Pondak“ (Rasthaus) Tjipongo erreicht, wo wir die ersten Stunden der Nacht zu bleiben beabsichtigten. Derselbe liegt reizend in einem Buschwald, an einen Takul (Weiler) sich lehnend, angesichts des majestätischen Galoenggoeng-Walles, ca. 600 m über dem Meere. Noch war die Bergwand von grauem Gewölk verhüllt, welches indessen von unseren Leuten als vergänglicher Höhenrauch bezeichnet wurde. Für diese Auffassung sprach der Umstand, dafs das Licht der ca. dreiviertelvollen Mondscheibe nicht selten die Dunstmassen durchbrach. Einmal bemerkten wir nahe dem Zenith einen kohlschwarzen Streifen, welcher sich von dem lichtern Gewölk scharf abhob, eine Erscheinung, die von den Javanern als Kraterrauch gedeutet wurde.

Nach einigen Stunden guten Schlafes erhoben wir uns gegen $1^1/_2$ Uhr morgens. Das Gewölk war verschwunden, und imposant zeichnete sich der schöngeschwungene Kamm des „Galoenggoeng“ gegen den reichgestirnten Nachthimmel ab. Bald wurde abmarschiert

auf gutem, durch den dichten Urwald geschlagenem Pfade. Wir verdankten diesen Weg einer Partie von holländischen Beamten, welche bereits einige Monate vor uns den jungen Auswurfkegel des Wawiran besucht, aber über ihre Beobachtungen nur einen oberflächlichen Bericht in einer javanischen Zeitung publiziert hatten. Der zunehmende Mond verschwand schnell hinter der westlichen Bergwand, und so waren wir im dunklen Walde auf das Licht brennender Bambusfackeln angewiesen, Bündeln von Bambusstäben, welche am freien Ende angezündet ein sehr helles Licht verbreiten. Leider hatten wir uns ungenügend mit ihnen versehen, und dazu erwiesen sich einige der Fackeln so feucht, dafs sie nicht brennen wollten. Es kann daher nicht dringend genug empfohlen werden, bei nächtlichen Märschen durch den Urwald Petroleum mitzuführen, um mit Hülfe desselben die Fackeln leichter und heller brennen zu machen. Von irgend welchen Gefahren konnte bei dieser Wanderung nicht die Rede sein, denn Tiger und Panther fehlen hier gänzlich; selbst die schlauen Affen pflegen sich in respektvoller Entfernung thätiger Vulkane zu halten, und an Schlangengattungen kommt dort nur eine kleine, unschädliche Art vor. Nach etwa $2^1/_2$ stündigem, erst sanfterem, dann steilerem Anstieg veränderte der Wald plötzlich sein Aussehen. Wir hatten in einer Höhe von 890 m über dem Meere jene Region betreten, die deutlichste Spuren des heifsen Liebeskusses zur Schau trug, welchen der Lavastrom vom Oktober 1894 hier dem dichten Vegetationsgürtel aufgedrückt hatte. Zuvörderst schienen nur die Kronen der Bäume verbrannt, bald aber war von Grün keine Spur mehr zu sehen. Nackt und angekohlt ragten die Stämme in die Morgenluft, eine peinliche Erinnerung an die frevelhafte Waldverwüstung, welche der Ansiedler im amerikanischen Westen zu üben pflegt (Fig. 2, Titelblatt). Gegen $4^1/_2$ Uhr morgens erblickten wir eine kleine verfallene Bambushütte, 900 m ü. d. M. hart am Fufs des jungen Auswurfkegels gelegen. Von hier aus ging es gegen 5 Uhr zu Fufs auf schmalem Pfade den mäfsig steilen Schuttkegel hinan. Wenige Schritte oberhalb der Hütte passierten wir einen Bach, den Tjibanjaran, und kurz darauf noch einige Rinnsale. Deutlich konnten wir den Ursprung dieser Wasserläufe auf der Höhe des Auswurfkegels Telagawarna, am Ostfufs der Kraterwand des Wawiran erkennen, wo weifse Dampfsäulen das Vorhandensein heifser Quellen anzeigten. Das Wasser der schmaleren Rinnsale war hier noch lauwarm, etwa 15° C. Besonders auffallend erschien mir, dafs dasselbe durchaus rein schmeckte, ohne jeden Beigeschmack von Schwefel.

Auch sonst war, in scharfem Gegensatz zu anderen von mir besuchten Vulkanen Javas, auffallend wenig Schwefel in der Umgebung des Galoenggoeng zu finden. Am Hange des Auswurfkegels ragten, Marterpfählen gleich, vereinzelte völlig kahle, schwarze Stümpfe aus dem Schutt hervor, welcher aus groben Lavabrocken, vulkanischen Sanden und Aschen sich zusammensetzte. Jene gröberen Brocken erwiesen sich meist als Trachyt, welcher nicht selten eingesprengte Glimmerplättchen zeigte, besonders weiter oben an dem Kegel, ferner als Syenit, dann als Sandstein. Auch war sehr viel grüngefärbtes



Fig. 3. **Blick auf die Wand des Wawiran von der Höhe des Eruptionskegels des Telagawarna, östlich von den drei Vulkanseen**

Eruptivgestein und rotbrauner Porphyr vorhanden. Hier und da bemerkte man Stücke vulkanischen Tuffes. Viel spärlicher waren schwarzer Basalt und Granit vertreten; Schwefel fand sich nur spurweise.

Bald begann der Anstieg zur Höhe des Eruptionskegels steiler zu werden, indessen blieb ein Pfad stets deutlich erkennbar. Wir stiegen immer in westlicher Richtung auf einer Rippe des Berges, zwischen dem Bachthale des Tjibanjaran im Norden und demjenigen des Tjidjambe im Süden, an. Letzterer Wasserlauf verdankt seine Entstehung erst der letzten Eruption. Aus beiden Schluchten stiegen dicke Dampfwolken auf. Nach Osten fiel der Blick in das

tiefeingeschnittene Thal des schon erwähnten Tjikunir, aus welchem dichtes, weifses Gewölk aufbrodelte. Im übrigen war das Wetter schön und klar. Hier und da sprofste zwischen dem schwarzen, grauen und rotbraunen, nicht selten angekohlten Gestein junges Farnkraut auf. Sonst war alles ausgebrannt und tot.

Als wir gegen 6 Uhr morgens eine Höhe von 1046 m erreicht hatten, erhob sich in unserem Rücken die Sonne aus einem grauen wogenden Dunstmeer. Über der Ebene im Osten lagerte watteartiges Gewölk, aus welchem, gleich Augen, zahllose Teiche und Tümpelchen, die unter Wasser gesetzten Partieen der Reisfelder, aufblitzten. Das



Fig. 4. **Der östliche Kratersee, von Süden aus gesehen, ohne das Ostufer mit den Fumarolen.**

uns umgebende Lavafeld zeigte sich hier netzartig durchzogen von tiefen Rillen, ausgetrockneten Bachbetten, welche sich ihren Weg durch die Schuttmassen gewühlt hatten. Oft mufsten wir auf schmalen Wällen vulkanischen Sandes aufwärtsschreiten. Je höher wir kamen, desto thätiger zeigten sich die vulkanischen Kräfte. Das Wasser des uns zur Linken fliefsenden Tjidjambe, welcher seit Jahresfrist hier flofs, sowie dasjenige des älteren zu unserer Rechten strömenden Tjibanjaran war hier siedendheifs, weifse Dampfsäulen aushauchend. Viel üppiger als weiter unten sprofsten grüne Büsche und Farnkraut zwischen dem scharfen, spitzen, teilweise angekohlten Gestein hervor. Gröfsere Lavablöcke fühlten sich warm an und zeigten breite,

durch die Hitze verursachte Sprünge. Immer weiter klommen wir hinan bis an den Fufs der letzten Stufe der mit Asche überkleideten Schuttwand des Eruptionskegels, welche am Hange der Steilwand des Wawiran 1125 m über dem Meere sich gebildet hatte. Hier befand sich nach Aussage unserer mit den Verhältnissen der Gegend wohl vertrauten eingeborenen Begleiter vor kurzem ein kleiner See mit Fumarolen, welcher jetzt aber völlig trocken, von vulkanischem Gestein und



Fig. 5. **Nordwestecke des ersten und Gesamtansicht des zweiten Kratersees.**

Asche ausgefüllt, dalag und eine kleine Ebene bildete. Im schroffen Kontrast gegen den von Schutt verkleideten, sanfteren Hang des Eruptionskegels erhob sich über dieser kleinen Ebene die nackte Trachytwand des Wawiran. Von hier aus erstiegen wir, uns links gegen Süden wendend, den steilen letzten Hang des Aschenkegels, auf dessen Höhe die neugebildeten Krater der Cava Telagawarna oder Cava Wawiran liegen. Erst jetzt verspürten wir gelinden Schwefelwasserstoffduft und sahen zum erstenmale Flecken goldgelben Schwefels in das Gestein eingesprengt. Auch an dieser Stelle sprofs



Fig. 6. **Östliche Hälfte der Cava-saat mit dem Dingdinghari.**



Fig. 7. **Totalansicht der Cava-saat (trockener Krater).**

noch zartes Farnkraut aus den Ritzen des Trachytgesteins hervor. Gegen 7 Uhr morgens standen wir auf der Höhe des Auswurfkegels an der Quelle des Tjibanjaran. Vor uns ragte die schroff abstürzende Trachytwand der „Wawiran" genannten Partie des Galoenggoeng-kammes auf, durchsetzt von tiefen, durch das Wasser erodierten Schluchten (Fig. 3). Nachdem wir auf der Höhe 20 Minuten weiter nach Südwesten vorgedrungen waren, standen wir am Südrande des östlichen der drei, bei Gelegenheit der letzten Eruption entstandenen Kraterseen der Telagawarna. Ein kreisrundes Wasserbecken dehnte sich etwa 100 m unterhalb unseres Standpunktes aus. In schön geschwungenen Linien fielen die von tiefen Rinnen durchfurchten Aschenwände trichterförmig zu dem graugrünen Wasserspiegel des Sees ab. An seinem Ostufer zischten zwei bis fünf Fumarolen aus geborstenem Gestein hervor, Lage und Zahl während unserer Anwesenheit mehreremale wechselnd.

Ich machte von dem Südufer aus eine Aufnahme des Kratersees in liegendem Bilde (Fig. 4), dieselbe dann in aufrechtem Bilde, im Norden abgeschlossen durch die Kraterwand des Wawiran. Genau westlich von demselben befand sich in geringer Entfernung ein zweiter Kratersee, der kleinste von allen, dessen Wasser eine schöne, lichtgrüne Färbung zeigt; westlich von letzterem erhob sich die imposante Steilwand des Wawiran noch ca. 600 m über unseren 1200 m hoch liegenden Standpunkt. Die Nebelmassen, welche aus dem Thal des Tjikunir emporbrodelten, wurden herübergetrieben und gegen die Bergwand gedrückt, so dafs die Aufnahme des Hintergrundes jenes zweiten Kratersees nur unvollkommen gelang (Fig. 5: Nordwestecke des Kratersees I, im Hintergrunde Kratersee II). Westlich von jenen beiden lag ein dritter Kratersee, in Hinsicht auf Gröfse zwischen beiden stehend und, wie Kratersee I, mit graugrünem Wasser gefüllt. Leider verdarb die von jenem dritten See angefertigte Aufnahme. Wir schritten nun gegen Südwesten über den mit Konglomerat bedeckten Rücken weiter und standen gegen 8½ Uhr morgens auf der nördlichen Umwallung eines vierten Kraters, der Cava-saat, welches Wort so viel als trockener Krater bedeutet. Derselbe bot einen höchst imposanten, eigenartigen Anblick dar. Vor uns that sich ein wohl 100 m tiefer Trichter auf, dessen Wände mit dicken Aschenlagen verkleidet waren, aus deren Querspalten sich weifse Dampfwolken hervordrängten, während der Boden aus brüchigem, vulkanischem Gestein bestand. Wahrscheinlich war auch Cava-saat, wie die anderen drei Krater, vormals mit Wasser gefüllt gewesen, jetzt aber zeigte sie sich

absolut trocken. Über ihr erhob sich im Nordwesten die Steilwand der Dingdinghari, die westliche Fortsetzung des Wawiran (Fig. 6: Östliche Hälfte der Cava-saat mit dem Dingdinghari. Fig. 7: Totalansicht der Cava-saat.) Wir standen nun auf jenem Lavastrom vom 18. Oktober 1894, welcher nach Süden gegen Sankaparna hin abflofs und dort die oben erwähnten Verheerungen anrichtete. Herrlich war von hier der Blick hinab nach Osten in die tief eingeschnittene Schlucht des Flusses Tjikunir, dessen Ufer beiderseits mit dichtem Urwald bestanden waren, und weiter auf das Xaval-Gebirge, welches die Aussicht abschlofs.

Unsern Rückzug wählten wir nordöstlich zwischen den Kraterseen und der Bergwand des Wawiran, wo wir den höchsten Punkt des Eruptionskegels Telagawarna in einer Höhe von 1250 m erreichten. Von hier kehrten wir durch den Busch auf dem gleichen Pfade, auf welchem wir angestiegen waren, nach Tassikmalaja zurück.

In vorstehender kurzer Schilderung habe ich darzulegen versucht, wie sich neuerdings die Verhältnisse jener lebhaft thätigen Vulkangebiete gestaltet haben.

Der Malteserritter d'Angos.

Von **Adolf Jacobowski** in Bromberg.

Folgende Zeilen sind in der Absicht geschrieben, das bisher unbekannte curriculum vitae eines Mannes zu liefern, der in den Kreisen der Astronomen wegen seiner Kometenbeobachtungen ziemlich berühmt, aber auch ziemlich berüchtigt dasteht.

Jean Auguste d'Angos-Boucarrez, der Sprofs einer altadligen Familie Südfrankreichs, wurde am 18. Mai 1747 zu Tarbes im Departement der Oberpyrenäen geboren. Sein Vater bestimmte ihn für die Soldatenlaufbahn und schickte ihn frühzeitig in das berühmte Infanterieregiment de Navarre (Navarra) zu Paris. Die Ernennung zum Ritter des französischen Militärordens vom Heiligen Ludwig sowie die Beförderung zum Hauptmann sind jedoch die einzigen bemerkenswerten Punkte in seiner militärischen Karriere.

Zu dieser Zeit fafste der Grofsmeister des souveränen Malteser-Ritter-Ordens, Fr. Emanuel Rohan de Polduc[1]), ein grofser Freund und Beschützer der Wissenschaften, den Plan, im Turme des Ordenspalastes zu La Valletta auf der Insel Malta eine Sternwarte zu errichten und mit deren Leitung ein Mitglied des Ordens zu betrauen. Der mit der Ausführung dieses Plans beauftragte bekannte Geologe und Ordenskommandeur de Dolomieu[2]) warf alsbald seine Augen auf d'Angos, der sich bereits auf dem Gebiete der Astronomie hervorgethan hatte, dem Orden jedoch nicht angehörte. Auf Anraten Dolomieus suchte d'Angos nun um Aufnahme in den Malteserorden nach und wurde daraufhin am 17. Juli 1784 in der Langue de Provence desselben als Chevalier de justice (Justizritter) aufgenommen und sogleich in den versprochenen Posten definitiv eingesetzt, nachdem er schon seit September 1783 zu La Valletta astronomische Beobachtungen angestellt hatte. Letzteres berichtet mit grofsem Lobe das

---

[1]) Fr. Emanuel Rohan de Polduc, 70. Grofsmeister des Ordens, geb. 19. April 1725, zum Grofsmeister erwählt 12. November 1775, gest. 13. Juli 1797.

[2]) Dieudonné Guy Silvain Tancrède de Gratet de Dolomieu, geb. 23. Juni 1750 zu Dolomieu in der Dauphiné, aufgenommen in der Langue d'Auvergne de minorité 4. Oktober 1750, gest. 26. November 1801 zu Châteauneuf.

Pariser „Journal des Savants" vom Oktober 1783, indem es hinzufügt, dafs das Observatorium sehr wertvoll für den wissenschaftlichen Fortschritt wäre, weil es unter einem weit reineren und deshalb für die Beobachtung weit günstigeren Himmel gelegen wäre als die Sternwarten nördlicherer Gegenden, und dafs seine Schöpfung dem Orden zur gröfsten Ehre gereiche.

Hier stellte nun d'Angos seine vielseitigen Beobachtungen an, die später von einigen Astronomen, namentlich von Zach und Encke, als teilweise fingiert bezeichnet wurden, und wegen der er deshalb zu einem so traurigen Grade von Berühmtheit gelangte. Leider ging aber der gröfste Teil derselben in dem Brande, der infolge eines Blitzschlags in der Nacht vom 13. zum 14. April 1789 das Observatorium traf, zu Grunde oder in „Rauch" auf, wie spöttisch Zach sagt. Das Wenige, was den Flammen entkam, war — dem Berichte des Baillis de Suffren[3]) zufolge — derart, dafs es den Verlust des für immer verlorenen Beobachtungsmaterials lebhaft betrauern liefs. Denn nicht nur d'Angos' sämtliche astronomischen Beobachtungen seit 1783, sondern auch viele seiner andern Papiere aus früheren Jahren verbrannten.

Da nach diesem Brande die Sternwarte nicht wieder aufgebaut wurde, begab sich d'Angos 1789 nach seiner Vaterstadt Tarbes zurück, um dort seine astronomischen Beobachtungen fortzusetzen, wobei er von Seiten der Akademie der Wissenschaften, der er seit 1784 als korrespondierendes Mitglied angehörte, durch Lieferung von Instrumenten unterstützt wurde.

Als nach der französischen Revolution die Schaffung von Zentralschulen durchgeführt wurde, meldete sich d'Angos bei der Jury des Departements der Oberpyrenäen als Kandidat für den Lehrstuhl der mathematischen Wissenschaften, der ihm auch einstimmig zuerkannt wurde. Später wurde er zum Bibliothekar der Stadt Tarbes ernannt, und als solcher starb er daselbst am 23. September 1833 (nicht 1836) im Alter von 86 Jahren.

Das ist in kurzen Zügen eine biographische Skizze des Malteserritters d'Angos. Wir wollen nun, da infolge des vorhin bezeichneten Brandes jegliches bemerkenswerte Material fehlt, nur einer, und zwar der berühmtesten „Beobachtung" des Ritters gedenken, die erhalten blieb und ihm, wie schon oben gesagt, zu einem traurigen Grade von Berühmtheit verholfen hat, indem wir in der Darstellung der-

---

[3]) Pierre André de Suffren-Saint Troppez, geb. 27. Juli 1724, aufgenommen in der Langue de Provence 23. September 1737, war Oberbefehlshaber der Ordensflotte zur Zeit des Falls von Malta (1798).

selben gröfstenteils der trefflichen Bruhnsschen Biographie Enckes (Leipzig 1869) folgen.

Am 3. November 1820 schrieb Olbers an Encke: „Am 14. Mai 1784 erhielt Messier einen vom 15. April desselben Jahres datierten Brief aus Malta, worin ihm der Chevalier d'Angos meldete: er habe am 11. April im Gestirn des Fuchses einen sehr kleinen Kometen ohne Schweif entdeckt. Anfangs habe er ihn für einen Nebelfleck gehalten, aber doch seinen Ort genau beobachtet. Am 13. April habe er sich vergewissert, dafs es ein Komet sei, ihn aber der Wolken wegen nicht beobachten können, ebensowenig wie am 14. Am 15. habe er ihn gut beobachtet; er sei ihm ein wenig lichtstärker vorgekommen, vielleicht nur wegen des mehr heiteren Himmels. Er teilt zugleich die Beobachtungen jedes Tages mit:

April 11. 2^h 31^m morg. wahre Zeit AR. 315° 18′, Nördl. Dekl. 22° 21′
15. 3 18 307 55, 15 28.

Soweit d'Angos. Mehr Beobachtungen wurden dem Pariser Astronomen nicht bekannt; doch schickte d'Angos nachher die von ihm bestimmten Elemente ein, woraus sich schliefsen liefs, dafs er den Kometen lange genug beobachtet haben müsse, um diese berechnen zu können. Messier suchte den Kometen vergeblich.

„Bekanntlich brannte die Sternwarte von Malta mit allen Papieren u. s. w. nachher ab, und man hielt daher in Frankreich die Beobachtungen dieses Kometen für ganz verloren. Da nun die beiden Beobachtungen garnicht zu den Elementen stimmen, die d'Angos angegeben hat, so hat sich Burckhardt viele Mühe gegeben, aus den zwei Beobachtungen unter einigen wahrscheinlichen Voraussetzungen wenigstens beiläufig die Lage und Abmessung dieser Kometenbahn zu bestimmen, die ich hier nebst den Elementen des Ritters hersetze:

	I März 11.	II März 9.	III März 10.	d'Angos April 9.
1784 Zeit der Sonnennähe	8^h	7^h	0^h	21^h 16^m 46^s
Länge „ „	5^{s}*) 0°	4^s 13°	4^s 17°	10^s 28° 54′ 57″
„ des Knotens	1 25	1 12	1 5	2 26 54 9
Neigung der Bahn	26	64	84	47 55 10
Periheldistanz	0,6821	0,5857	0,6377	0,650331
Bewegung	Rechtläufig.	Rechtl.	Rechtl.	Rückgängig.

Man sieht, dafs keine der Burckhardtschen Bahnen mit der von d'Angos die geringste Ähnlichkeit hat. Bei I setzte B. voraus, dafs der Komet in den beiden Beobachtungen des 11. und 15. April gleich-

*) s = signum = $^1/_{12}$ des Tierkreises = 30°.

weit von der Erde gewesen sei, bei II, dafs der Komet am 15., an welchem er etwas heller erschien, der Erde um $^1/_5$ näher stand. Da diese zweite Bahn einige Ähnlichkeit mit der Bahn des Kometen von 1580 hat, so war Burckhardt um so begieriger, noch einige Umstände von d'Angos' Kometen zu erfahren. Auf sein Ersuchen fragte also Delambre bei dem Ritter an, und dieser antwortete: er habe bei dem Brande der Sternwarte nichts gerettet als sein meteorologisches Journal. In diesem finde er unterm 22. April blofs die Beobachtung des Zodiakallichtes, ohne Erwähnung des Kometen. Er schliefse also daraus, dafs der Komet am 22. April nicht mehr sichtbar gewesen sei. Burckhardt bestimmte also die dritte Bahn so, dafs der Komet am 22. April nicht mehr zu Malta gesehen werden konnte.

„Aber, was diese Astronomen und d'Angos selbst für ganz verloren hielten (letzterer vielleicht nur, Burckhardts Untersuchungen scheuend, für verloren gehalten haben wollte), war längst gerettet, längst gedruckt. Es steht nämlich in dem „Leipziger Magazin zur reinen und angewandten Mathematik“[4]) im ersten Stück 1786, Seite 132: „Des Herrn Ritter von Angos Beobachtungen und Bestimmung der Bahn des zweiten im Jahre 1784 erschienenen, von ihm selbst entdeckten Kometen“. Da ich nicht weifs, ob das L. M. zur Hand ist, so setze ich die Beobachtungen hierher:

Mittlere Zeit zu Paris					Länge des Kometen			Breite des Kometen		
April	10.	13h	24m	55s	325°	53′	15″	37°	25′	30″
	14.	15	18	46	315	3	2	33	11	40
	15.	15	18	50	312	31	1	31	59	10
	16.	15	19	0	310	3	24	30	42	1
	17.	15	20	20	307	39	49	29	23	8
	18.	15	0	40	305	23	48	28	4	0
	22.	14	58	40	296	48	41	22	21	1
	23.	16	30	31	294	41	2	20	48	50
	25.	15	50	48	290	59	59	17	54	58
	26.	16	0	10	289	12	21	16	26	50
	28.	15	53	55	285	47	48	13	32	59
	29.	15	40	10	284	11	31	12	8	25
	30.	15	31	8	283	37	17	10	55	41
Mai	1.	14	50	18	281	8	12	9	23	0

Nach dem 1. Mai mufste der Ritter der geringen Gröfse des Kometen und aufsteigender Nebel wegen die ferneren Beobachtungen aufgeben.

[4]) Herausgegeben für die Jahre 1786—88 von Karl Friedr. Hindenburg (1741—1808) und Johann Bernoulli (1744—1807).

„Nach diesen Beobachtungen", fügt d'Angos hinzu, „habe ich folgende Elemente in einer parabolischen Bahn bestimmt, und diese Bahn stellt solche mit einer gröfseren Genauigkeit dar, als ich von einer so geringen Anzahl Beobachtungen hoffen durfte, indem die Fehler sowohl in der Länge als in der Breite nie über 1′ 10″ gehen". Darauf folgen die Elemente wie oben, nur ist die Inklination noch genauer: 47° 55′ 8″, 55 angegeben. Die Beobachtungen scheinen einen regelmäfsigen Gang zu halten und haben an sich nichts Verdächtiges. Blofs die Breite am 30. April mag den Differenzen nach durch einen Druck- oder Schreibfehler entstellt sein, und man wird, statt 10° **55**′ 41″, 10° **45**′ 41″ lesen müssen. Aber die Elemente, die d'Angos doch mit sämtlichen Beobachtungen verglichen haben will, machen die Sache höchst bedenklich. Sie lassen sich mit den Beobachtungen garnicht vereinigen und geben nicht, wie der Ritter sagt, Fehler von 1′ 10″, sondern von ganzen Zeichen. Auch habe ich vergebens versucht, irgend einen Druck- oder Schreibfehler in den Elementen zu entdecken, der diese so entstellt haben könnte.

„Gewifs ist es also ein ganz falsches Vorgeben von d'Angos, dafs er diese Elemente mit den Beobachtungen verglichen habe. Hat er sie blofs willkürlich hingeschrieben? Oder hat er sich auf eine freilich unbegreifliche Art bei Aufsuchung der Elemente verrechnet und sein so durchaus irriges Resultat ohne weitere Prüfung doch für so genau gehalten, dafs er geglaubt hat, versichern zu können, es weiche nie mehr als etwas über eine Minute von der Beobachtung ab? d'Angos scheint doch sonst in Berechnung von Kometenbahnen nicht ungeübt gewesen zu sein, und Pingré („Cometographie", Vol. II, Paris 1784, p. 94 und 95) zieht seine für den Kometen von 1779 gegebenen Elemente allen übrigen vor. Dies giebt mir einige Hoffnung, dafs die Beobachtungen nicht auch blofs erdichtet sind. Hätte der Ritter blofs aus Eitelkeit den Astronomen glaubhaft machen wollen, er habe einen Kometen entdeckt und beobachtet, so würde er, scheint es mir, sich die Mühe genommen haben, die Örter des angeblichen Kometen vorher aus einer willkürlich angenommenen Bahn zu berechnen und dann diese Örter um kleine Gröfsen zu ändern. So wäre der Betrug nicht leicht zu entdecken gewesen; Burckhardt hat mir aber nachher durch ein Beispiel bewiesen, dafs sich d'Angos in andern Fällen wirklich erfrechte, Beobachtungen auf eine schamlose Art zu erdichten.

„Sobald ich diese Beobachtungen zufällig aufgefunden hatte, bestimmte ich aus den Beobachtungen vom 15., 22. und 29. April nach meiner Methode folgende parabolische Elemente:

Zeit der Sonnennähe 1784 März 11.	$16^h\ 31^1/_2{}^m$	mittlere Pariser Zeit
Länge der Sonnennähe	$5^s\ 2^0\ 34'\ 29''$	
Länge des aufsteigenden Knotens	2 0 32 41	
Neigung der Bahn	25 31 51	
log des kleinen Abstandes	9,835872	
Bewegung	rechtläufig.	

„Diese Elemente haben nicht die geringste Ähnlichkeit mit denen von d'Angos, stimmen aber nahe mit Burckhardts Bahn No. I überein. Berechnet man aber nun wieder aus diesen Elementen den Ort des Kometen für die mittlere Beobachtung, so findet sich die Länge $9^s\ 27^0\ 8'\ 40''$, die Breite $22^0\ 23'\ 3''$, Fehler der Länge $+ 19'\ 59''$, der Breite $1'\ 2''$. Die Verbesserung von M. verminderte diesen Fehler nicht merklich, der für die ersten Beobachtungen noch viel gröfser wird. Es folgt also, dafs sich die zu Grunde gelegten Beobachtungen durch eine Parabel nicht näher als bis auf 5 bis 6 Minuten darstellen lassen.[5]) Ein anderer Kegelschnitt, ich vermute eine Hyperbel, wird sich an diese drei vielleicht ganz (ob auch an die übrigen erträglich, weifs ich nicht) anschliefsen lassen. Ich habe dies aus Zeitmangel nicht versuchen können und überlasse es nun Ihnen, mein hochverehrter Freund, ob Sie gelegentlich diese Untersuchung vorzunehmen der Mühe wert finden, die Ihnen bei Ihrer grofsen Geschicklichkeit und Übung gewifs viel weniger Zeit und Arbeit kosten wird als mir. Das Resultat derselben dürfte dann in des Herrn Baron von Zach Korrespondenz einen schicklichen Platz finden." So weit Olbers.

Im vierten Bande von Zachs „Correspondance astronomique, géographique, hydrographique et statistique" (Genua 1821) berichtet Encke über seine Untersuchungen, und überschrieben ist der Aufsatz: „Imposture astronomique grossière du Chevalier d'Angos". Zuerst werden alle von Olbers gemachten Mitteilungen aufgeführt, dann untersucht Encke, ob die beiden Beobachtungen vom 11. und 15. April, die in Rektaszension und Deklination gegeben sind, in Länge und Breite dieselben Zahlen geben, die im Leipziger Magazin veröffentlicht sind. In der That zeigt sich hier eine nahe Übereinstimmung. Er korrigiert die von Olbers schon gefundenen beiden Druckfehler und sucht alsdann die Elemente. Jeder Kegelschnitt läfst

[5]) Anmerkung von Olbers: „Ich fand folgende Elemente, die die Fehler auf die drei Beobachtungen mehr verteilen: Zeit der Sonnennähe März 12. $4^h\ 50^m$, Länge der Sonnennähe $5^s\ 4^0\ 5'\ 42''$, Länge des aufsteigenden Knotens $2^s\ 0^0\ 42'\ 43''$, Incl. orb. $23^0\ 24'\ 5''$, log des kleinen Abstandes 9,8450291."

aber so beträchtliche Fehler übrig, dafs er sehr unwahrscheinlich wird, und nach mehrfachen Versuchen entdeckt Encke aus den Elementen, dafs die gegebenen Beobachtungen nur dargestellt werden können, wenn man den Radiusvector des Kometen zehnmal gröfser annimmt, als er aus den Elementen sich findet. Encke schliefst daraus, dafs d'Angos die Rechnung zweifellos aus Versehen mit zehnfachen Radienvektoren des Kometen gemacht habe; dadurch die Bahn des Kometen vollständig falsch und erfunden sei und der Komet nie existiert habe; dafs d'Angos später, als man ihn aufmerksam gemacht hatte, seine Elemente stellten die Beobachtungen nicht dar, den Fehler vielleicht selbst entdeckt und nicht befriedigende Antwort an Delambre gegeben habe. Encke schliefst seine Arbeit mit den Worten: „Alles was man in dieser mifslichen Angelegenheit zu Gunsten des Ritters anführen könnte, wäre anzunehmen, dafs derselbe wirklich am 11. und 15. April einen Kometen beobachtet habe, dafs er denselben aber dann nicht habe wiederfinden können, und dafs er nun, durch Ruhmsucht veranlafst, die beiden Beobachtungen, die er gemacht, und die nicht viel hätten nützen können, zu vervollständigen, eine beliebige Bahn erdichtet und darauf alle diese Beobachtungen bis zum 1. Mai erfunden habe."

Olbers hielt durch Enckes Rechnung den Betrug für erwiesen und führt in seinem Kometenverzeichnisse vom Jahre 1823 (in Schumachers „Astronomischen Abhandlungen") diesen Kometen als eine „schändliche Erdichtung" auf, welcher Ausdruck auch buchstäblich in Galles Kometentafel von 1847 aufgenommen ist. Gaufs (s. Astr. Nachr., Bd. 66, Nr. 1574, S. 219) jedoch meinte, dafs durch die Untersuchung von Encke eine solche vernichtende Brandmarkung des Ritters nicht hinlänglich gerechtfertigt, wenn auch, zumal in Verbindung mit andern, aus d'Angos' Persönlichkeit geschöpften Umständen, auf einen überaus hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gebracht sei. In einem am 13. November 1846 an Schumacher gerichteten Briefe sagt Gaufs: „Seit längerer Zeit habe ich vielfach erfahren, dafs bei brieflichen Diskussionen über Streitfragen selten etwas herauskommt. Eine mir unvergefsliche Ausnahme macht unser Olbers, mit dem ich sehr oft kleine Scharmützel gehabt habe, die allemal (den Fall von d'Angos' Betrug abgerechnet, den Olbers als durch Encke erwiesen ansah, ich nur, wie zu einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit gebracht, weit entfernt von Gewifsheit) auf eine befriedigende Art zum Ziele kamen." Ferner sagt Gaufs, dafs, um ein solches Urteil über d'Angos in so schneidender Entschiedenheit aussprechen

zu können, die absolute Unmöglichkeit, die bekannt gemachten Beobachtungen durch eine wirkliche Bahn in richtiger Rechnung zu erklären, in ein viel helleres Licht erst zu setzen sei, als es durch Encke geschehen. Dafs d'Angos' Elemente dies nicht leisteten, könne als gewifs betrachtet werden, und an Enckes Nachweisung eines Rechnungsfehlers dürfte gar niemand zweifeln. Aber dies sei noch kein Beweis für eine Erdichtung, sondern nur ein Indizium. Denn in der That, wie oft hat man wahre Fakta durch falsche Hypothesen erklärt. Weiset man in einer solchen Erklärung einen wesentlichen Fehlschlufs nach, so folgt daraus zunächst nur die Verwerflichkeit der Hypothese und noch nicht die der Thatsachen selbst. Um diese für erdichtet erklären zu können, mufs erst ihre Unverträglichkeit mit feststehenden Wahrheiten nachgewiesen werden. Gaufs liefs auch durch B. A. Gould eine unabhängige Bahnbestimmung durchführen aus Beobachtungen vom 10., 16. und 22. April 1784. Gould hat jedoch weder einen Kegelschnitt noch eine geradlinige Bahn finden können, die sich auch nur leidlich an die Beobachtungen anschliefst.

Auch d'Arrest hat 1865 über diesen Kometen scharfsinnige und, wie Gyldén sagt, von tiefem, durch das Rätselhafte dieser Kometenentdeckung noch gesteigertem Interesse zeugende Untersuchungen angestellt und teilt in den Astronomischen Nachrichten (Bd. 65, No. 1555, S. 290) mit, dafs sich gegen die aus Enckes Berechnung der heliozentrischen Bewegung des Kometen hergeleiteten Gründe keine Einwendung machen lasse[6]; der Komet könnte aber möglicherweise im Frühjahr 1784 die Attraktionssphäre der Erde passiert und den beobachteten Lauf als Trabant der Erde beschrieben haben. Eine entscheidende Untersuchung dieses Falles würde indessen von so komplizierter Art werden, dafs der Aufwand von Zeit und Arbeit in keinem Verhältnisse zur Natur des Gegenstandes stehen würde.

Schliefslich hat neuerdings (1882) der bereits vorhin erwähnte verstorbene Gyldén (in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 102, No. 2445—2446, S. 323) über diesen Kometen geschrieben. Veranlassung hierzu lag in der Wahrnehmung einer gewissen Ähnlichkeit der Elemente dieses Kometen, wie sie Burckhardt aus den zwei an Messier mitgeteilten Beobachtungen berechnet hatte, mit denjenigen einiger anderer Kometen. Aus der nachfolgenden Darstellung ist man im stande, die Sachlage zu beurteilen:

---

[6]) d'Arrest macht dabei gleichzeitig darauf aufmerksam, dafs Enckes Darstellung a. a. O. zwar gewifs von dessen grofser Arbeitsamkeit und von Scharfsinn zeuge, kaum aber von ruhiger Kritik. Die starke Färbung der Abhandlung mag jedoch wohl zum Teil von Zach herrühren.

	Komet			
	d'Angos (Burckhardt)	Grischow[7]) 1743 I	Blanplain[7]) 1819 IV	Denning 1881 V
Länge des Knotens	55°	68°	77°	66°
Neigung	26	2	9	7
Länge der Sonnennähe	150	93	67	18
log des Perihelabstandes	9,8338	9,9233	9,9506	9,8600
	Bewegung direkt			

Die angeführte Bahn des von d'Angos gesehenen Kometen bestimmte Burckhardt bekanntlich, indem er die Hypothese zu Grunde legte, der Komet sei an beiden Beobachtungstagen in gleichen Abständen von der Erde gewesen. Statt derartige Hypothesen zu untersuchen, hat Gyldén die Ergebnisse verschiedener Annahmen über die Lage der Bahnebene geprüft. Es wurden demzufolge Knotenlänge und Bahnneigung willkürlich angenommen und die übrigen Elemente somit aus den beiden Beobachtungen berechnet. Gyldén stellt die Resultate einiger dieser Versuche wie folgt zusammen:

	I	II	III	IV
Länge des Knotens	65°	45°	30°	65°
Neigung der Bahn	7	4	6	2
Länge der Sonnennähe	163	127	60	149
log kleiner Abstand	9,9382	0,0000	9,9347	9,9884
log Exzentrizität	9,6967	9,1079	9,6279	9,1131
	direkt			

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung der dritten Bahn mit der des vierten Kometen von 1819 bis auf die Knotenlänge nicht ganz unerheblich, und überhaupt ist die Ähnlichkeit der berechneten Bahnen mit denen der drei angeführten Kometen eine solche, dafs man, führt Gyldén aus, wenn auch nicht an eine Identität, so doch an einen gemeinsamen Ursprung der vier Objekte denken kann. Das Bemerkenswerte bei den gefundenen Bahnen ist die geringe Exzentrizität, die überall zu Tage tritt; ferner die geringen Entfernungen von der Erde. Indem Gyldén diese durch Δ und Δ' bezeichnet, stellt er sie, den vier Bahnen entsprechend, wie folgt zusammen:

	I	II	III	IV
log Δ	9,0782	8,6206	8,1226	8,5769
log Δ'	9,0831	8,5825	7,6663	8,5864

[7]) Clausen und Olbers halten bekanntlich beide Kometen für identisch und führen den Unterschied in den sehr verschiedenen Neigungen der beiden Bahnen auf eine grofse Störung zurück, die der Komet 1758 von Jupiter erlitten habe, wobei überdies seine frühere Umlaufszeit von 6,73 Jahren auf 4,8 Jahre reduziert worden sei; aber man hat den Kometen seit 1819 nicht wiedergesehen.

Die Möglichkeit einer solchen Annäherung an die Erde führt nun wieder zu der von d'Arrest ausgesprochenen Ansicht, die Bahn müsse während einiger Zeit berechnet werden, als ob die Erde die Hauptanziehung ausübte. Gyldén übergeht jedoch vorläufig die Versuche, die in dieser Hinsicht gemacht wurden, und teilt zunächst die Resultate mit, die in Beziehung auf die Bahn des Kometen um die Sonne vor der Annäherung an die Erde von ihm gefunden wurden. Es kommt auch gerade darauf an, womöglich diese Bahn zu ermitteln, denn die während der grofsen Annäherung an die Erde angestellten Beobachtungen könnten möglicherweise zu völlig entstellten Resultaten in Bezug auf die Bahn um die Sonne führen.

Aus der intermediären Bahn des Kometen um die Erde, teilweise auch unter Berücksichtigung der Störungen der Bewegung in dieser Bahn, wurden zwei geozentrische Längen und Breiten gewonnen, gültig für Zeiten vor dem 11. April (dem Tage der Entdeckung). Aus diesen Örtern wurden alsdann, unter Annahme hypothetischer Werte für die Knotenlänge und die Neigung, die elliptischen Elemente der Bahn um die Sonne berechnet. Bei einigen Versuchen wurde aber die Lage der Bahn unter Hinzuziehung der aus der intermediären Bahn folgenden Radienvektoren bestimmt. Solche Versuche wurden mit verschiedenen intermediären Bahnen ausgeführt, da diese, wie man sehen wird, in vorliegendem Falle sämtlich einen hypothetischen Charakter haben. Einige der Resultate, nämlich die, welche am annehmbarsten erscheinen, führt Gyldén in der folgenden Zusammenstellung an:

	I	II	III	IV	V	VI
Länge des Knotens	74°	23°	73°	68°	67°	70°
Neigung	1	11	$1^3/_4$	$^1/_2$	2	4
Länge der Sonnennähe	163	150	154	131	135	140
log kleiner Abstand	9,970	9,963	9,981	9,986	9,979	9,960
log Exzentrizität	9,637	9,387	9,863	8,686	8,621	9,030

Hält man eine sehr geringe Exzentrizität für unwahrscheinlich, so findet man vielleicht das folgende Elementensystem, das im übrigen gewissermafsen die Mitte der angeführten hält, als das annehmbarste:

Länge des Knotens	=	70°
Neigung	=	2
Länge der Sonnennähe	=	150
log kleiner Abstand	=	9,980
log Exzentrizität	=	9,800

direkt

Für die Umlaufszeit in dieser Bahn ergeben sich 5.13 Jahre.

Wäre die Länge der Sonnennähe etwa 60° kleiner gefunden worden, als in den obigen Elementen angegeben ist, so hätte man schwerlich an der Realität des Resultates zweifeln können, mithin auch nicht daran, dafs die Entdeckung d'Angos' wirklich stattgefunden hat; aber auch so ist die Übereinstimmung mit den Elementen der drei anderen Bahnen immerhin der Art, dafs die Annahme, ein Komet sei wirklich von d'Angos gesehen worden, sowie die eines gemeinsamen Ursprungs der vier Objekte plausibel erscheint. Ob einige derselben vielleicht identisch sind, läfst sich nach Gyldén gegenwärtig noch sehr schwer beurteilen.

Jedoch mufs andererseits eingeräumt werden, dafs die hypothetische Annahme der sehr geringen Inklination notwendig zu einer Bahn führen mufste, deren Dimensionen von denen der Erdbahn nicht gar zu sehr verschieden ausfallen. Die beobachteten Breiten sind nämlich nicht sehr gering, und führen daher — bei kleiner Bahnneigung — zu geringen Entfernungen des Kometen von der Erde. Da ferner die beobachtete geozentrische Bewegung nicht besonders grofs war, so konnte die heliozentrische Bewegung des Kometen von der der Erde nicht sehr verschieden gefunden werden. Das obige Resultat beweist also im Grunde nur die Möglichkeit der gegebenen Erklärung, nicht ihre Notwendigkeit; aber auch auf dieser Stufe der Modalität ist der Beweis nicht ohne Interesse. Sieht man nämlich gänzlich von den nach Gyldén sicherlich apokryphen Beobachtungen nach dem 15. April ab, von denen d'Angos selbst nichts wissen zu wollen schien, so steht man vor der Entscheidung der folgenden Frage: kann man annehmen, dafs d'Angos am 11. und 15. April 1784 ein kometähnliches Objekt gesehen und in solcher Weise beobachtet habe, dafs es in eine Bahn verlegt werden kann, die auf einen gemeinsamen Ursprung der vier oben genannten Kometen hinweist? Oder soll man die Mitteilung jener Entdeckung als eine reine Erdichtung ansehen? Gyldén erscheint es, als ob der ersteren Alternative die gröfsere Wahrscheinlichkeit zuerkannt werden müsse. Denjenigen aber, die dennoch an der Erdichtung festhalten wollen, giebt der Stockholmer Astronom zu bedenken, dafs, wenn auch diese ersten Beobachtungen erdichtet worden sind, es doch schwer anzunehmen ist, sie seien aus vollkommen willkürlich erdichteten Elementen berechnet worden. Denn die Elemente mufsten doch wenigstens der Bedingung genügen, dafs der Komet zu den angegebenen Zeiten wirklich sichtbar war; ferner wohl auch der, dafs der Komet in einer Himmelsgegend anzutreffen war, wo Kometen zu der betreffenden Jahreszeit zu suchen waren. Man kann daher die Erdichtung der Örter und nicht die der Elemente als eine ziemlich er-

wiesene Sache betrachten, wenn man überhaupt an einer derartigen Hypothese festhalten will. Mit diesen Örtern und fingierten Abständen wäre alsdann die bekannte Bahn berechnet worden, wobei das Versehen mit der Verzehnfachung der Radienvektoren hätte geschehen können. Aber in diesem Falle beweist die gegenstandslose Bahn auch nicht das Mindeste für oder gegen die Erdichtung der Örter, denn sie hätte genau dieselbe werden müssen, ob die zwei Örter erdichtet wären oder nicht. Wenn dem aber so ist, so mufs, schliefst Gyldén, die Hypothese der Erdichtung als die weniger wahrscheinliche bezeichnet werden.

Dies ist eine ausführliche Darstellung des berühmten Falles. Es geht daraus hervor, dafs ein vollständiger Beweis für d'Angos' angeblichen Betrug nicht existiert, und dafs ein solcher wegen des Fehlens jeglichen authentischen Materials wohl niemals wird geliefert werden können. Auffallend ist es allerdings, dafs d'Angos, wiewohl schon seit 1783 zu La Valletta, doch erst am 17. Juli 1784, also volle zwei Monate nach seiner Kometen- und somit ersten namhaften Entdeckung überhaupt, in den Orden aufgenommen wurde, obgleich dies nach den Ordensstatuten schon gleich hätte geschehen können. Höchstwahrscheinlich wollte sich also der Grofsmeister Rohan de Polduc erst selbst von der Tüchtigkeit d'Angos überzeugen, bevor er ihn zum Ordensmitgliede ernannte und damit zugleich definitiv in den sicherlich viel begehrten Posten einsetzte. Hieraus könnte man also auch auf einen möglichen Betrug schliefsen, wenn man annimmt dafs d'Angos die Probezeit mittlerweile zu lang wurde, sich ihm aber sonst keine reellen Wege zeigten, derselben ein Ende zu machen. Rätselhaft bleibt es nun aber, warum dann die Nomination erst im Juli, wo also der Komet schon längst wieder verschwunden war, vor sich ging. Andererseits kann ja d'Angos den fraglichen Kometen auch wirklich am 11. und 15. April 1784 beobachtet haben und lediglich aus uns unbekannten Gründen von der Aufnahme in den Orden während der ersten zehn Monate seines Verweilens zu La Valletta ferngehalten worden sein. Dann mufs man aber wohl annehmen, dafs er die Elemente aus seinen Beobachtungen falsch berechnet und nachträglich nicht eine Ephemeride gerechnet hatte.

Aus alledem geht hervor, dafs dieser dunkle Punkt in der Astronomie nicht aufgeklärt ist, und dafs man nach wie vor bezüglich der Glaubwürdigkeit oder Unglaubwürdigkeit der von d'Angos publizierten Kometbeobachtungen sehr vorsichtig wird urteilen müssen.

Für die Mondtheorie wichtige historische Sonnenfinsternisse.

Im 1. Bande der Zeitschrift H. u. E. (Seite 133) habe ich eine Darstellung der Gründe zu geben versucht, weshalb die uns in den Annalen der Völker überlieferten Nachrichten über das Vorfallen sehr grofser Sonnenfinsternisse gegenwärtig für unsere Astronomie noch grofsen Wert haben. Es wurde dort gezeigt, dafs der Mondschatten beim Entstehen einer Sonnenfinsternis mit seiner Spitze die Oberfläche unserer Erde trifft, und dafs infolge der Umdrehung der Erde um sich selbst und des Weiterbewegens des Mondes vor der Sonne auf der Erdoberfläche eine von zwei regelmäfsigen Kurven begrenzte Schattenzone entstehen mufs, die je nach der augenblicklichen Position der drei in Betracht kommenden Körper gegen einander (nämlich Sonne, Mond, Erde) bald in diesen, bald in jenen Gegenden der Erde verläuft. Die Lage dieser Schattenzone, der Zentralitätszone der Finsternis, vermögen wir gegenwärtig, wo die Theorie der Bewegung des Mondes und der Erde (resp. Sonne) genau ausgearbeitet ist, für jede beliebige, wenn auch der Zeit nach noch soweit zurückliegende Sonnenfinsternis zu berechnen. Die Orte der Erde, über welche hinweg dieser Rechnung nach die Zentralitätszone der Finsternis ihren Weg nimmt, müssen auch in Wirklichkeit in dieser Zone liegen, d. h. an diesen Orten müssen die merkwürdigen Erscheinungen, welche sich bei totalen Sonnenfinsternissen bekanntlich zeigen, wahrnehmbar sein, und aufserhalb jener Zone gelegene Orte werden die Phase nicht total, sondern nur partiell sehen. Die Übereinstimmung zwischen der berechneten und der faktischen Zentralitätszone der Sonnenfinsternisse ist nun bei den Finsternissen unseres laufenden Jahrhunderts und auch bei denen der nächst zurückliegenden Jahrhunderte bis zum Mittelalter hin eine recht gute. Wir schliefsen dies daraus, dafs Orte, von denen uns die Chronisten Totalitätsberichte überliefert haben, wirklich auch in der berechneten Zone liegen. Aber schon im früheren Mittelalter und am Ausgang des Altertums zeigt es sich, dafs Differenzen in dieser Beziehung vorkommen, indem manche Berichte aus Orten die Totalität

melden, wo der Rechnung nach keine solche voll eintreten, höchstens die Phase stark partiell sein konnte, und umgekehrt. Diese Abweichungen werden auffälliger, je mehr wir in die alte Zeit, d. h. das Altertum, zurückgehen. Der Grund der Differenzen liegt in einer gewissen Unsicherheit der Veränderung einzelner Mondbahnelemente mit der Zeit. Die gegenwärtige Mondtheorie hat diese zeitlichen Veränderungen der Gröfsen, die in Rechnung kommen, da sie auf rein theoretischem Wege noch nicht festgestellt werden konnten, durch Vergleichung mit vielen alten Beobachtungen erheblich verbessert und dadurch eine wesentlich bessere Darstellung der älteren historischen Finsternisse durch die Theorie erreicht. Ganz sind die Schwierigkeiten, den Finsternissen theoretisch gerecht zu werden, auch jetzt noch nicht gehoben. Wie man also sieht, besteht der Wert der alten Überlieferungen über beobachtete grofse Sonnenfinsternisse darin, dafs diese Beobachtungen uns zu Hülfe kommen und wir durch Benützung derselben unsere Theorie verbessern können.

Allein der Verwendung dieser alten Sonnenfinsternisse stehen vielfach Hindernisse entgegen, einesteils weil öfters wegen Mangel des Zusammenhanges der Überlieferung ihr Datum nicht zweifellos festgelegt werden kann, und andernteils, wenn dies auch gelingt, der Beobachtungsort unsicher bleibt, von welchem die Beschreibung der Finsternis herrührt. Man hat deshalb zur Verbesserung der Mondtheorie nur wenige Finsternisse im Verhältnis zu dem reichhaltigen Materiale der historischen verwenden können; von den alten waren es besonders vier, die geeignet schienen und darum öfters zu Verbesserungsversuchen herangezogen wurden: die Finsternis des Thales (28. Mai 585 v. Chr.), die während einer Schlacht zwischen den Medern und Lydern vorgefallen sein soll, eine angeblich bei der Belagerung von Larissa (19. Mai 557 v. Chr.) bemerkte, eine von Ennius besungene (21. Juni 400 v. Chr.), die sich um Sonnenuntergang eingestellt habe, und jene, welche den von Syrakus nach Karthago segelnden Tyrannen Agathokles erschreckte (15. August 310 v. Chr.). Allein von diesen historischen Finsternissen sind die zweite und dritte äufserst zweifelhaft, gegen die erste haben die Historiker erhebliche Einwände gemacht, und nur die vierte kann unter gewissen Einschränkungen mit Nutzen für die Mondtheorie verwendet werden. Da aus der ganzen Periode des Altertums kaum mehr als eine historische Sonnenfinsternis verwendbar blieb, so erklärt sich, dafs ein Fortschritt auf diesem Gebiete nicht ohne weiteres zu erreichen war und nur allmählich angebahnt werden kann. In den letzten 50 Jahren hat sich nun in Deutschland, namentlich durch die Begründung der „Monumenta

Germaniae historica", die Kritik der mittelalterlichen Geschichtsquellen zu einer gewissermaſsen selbständigen Hilfswissenschaft der historischen Forschung entwickelt. Ich wandte mich deshalb 1882 diesen Quellen zu und konstatierte daraus 22 mittelalterliche Finsternisse (von 71 n. Chr. bis 1386), welche die möglichste Sicherheit in Beziehung auf die Zeit und den Ort ihrer Beobachtung darbieten. Aus diesem Fundamente hauptsächlich leitete ich „empirische Korrektionen" der Mondbahn ab, welche den Ersatz für jene bilden sollten, die Oppolzer provisorisch in seinen „Syzygientafeln für den Mond" eingeführt hatte. Da mir in meiner Arbeit nicht nur die Darstellung der mittelalterlichen historischen Finsternisse, sondern auch deren ungezwungener Anschluſs an die wichtigsten des Altertums gelungen, somit das Terrain für weitere Versuche geebnet war, so hatte ich seit Jahren den Wunsch, meine empirischen Korrektionen an der ganzen Reihe der alten Finsternisse, von den Zeiten der Babylonier herab bis zum Auftreten der Annalisten im frühen Mittelalter, zu prüfen. Diese Vergleichung habe ich in einem Werke ausführen können, das soeben erschienen ist, und welches eingehende Details über die Sichtbarkeitsverhältnisse aller Finsternisse bietet, die zwischen 900 v. Chr. bis 600 n. Chr. in den Ländern von Süd- und Mitteleuropa bis zum Euphrat und Tigris hin sich ereignet haben (Spezieller Kanon der Sonnen- und Mondfinsternisse, Berlin, Mayer u. Müller, 1899). In diesem Buche erfahren sämtliche historischen Finsternisse (etwa 108) aus der genannten Zeit eine neue Kritik. Da die Berechnung der Finsternisse hier schon auf meine früheren Resultate Rücksicht nimmt, und es sich zeigt, daſs eine gleichmäſsig gute Darstellung aller historischen Finsternisse erreicht worden ist, so wird durch diese Untersuchung auch die Sachlage über die Brauchbarkeit dieser und jener Finsternis für die Mondtheorie geklärt. Von den verschiedenen Resultaten, die ich in dem erwähnten Werke hierüber gegeben habe, möchte ich deshalb diejenigen Finsternisse hier anführen welche nach dem jetzigen Stande der Rechnung und der historischen Kritik ungefähr die meiste Verläſslichkeit über Zeit und Beobachtungsort besitzen und der Mondtheorie besonders nützen können. Diese, Finsternisse würden also dazu bestimmt sein, fernerhin die oben erwähnten vier früher in der Mondtheorie verwendeten zu verdrängen oder zum Teil doch deren Gebrauch sehr zu beschränken. Es sind folgende:

Die erste ist jene, welche von dem Assyriologen Schrader als die vom 15. Juni 763 v. Chr. konstatiert worden ist. In dem berühmten babylonischen Eponymenkanon heiſst es: „Im Eponymat des Puran-sa-gal-e Aufstand in der Stadt Asur. Im Monat Siwan erlitt die

Sonne eine Verfinsterung.“ Der Eponym (oberste, jährlich wechselnde Beamte) Pur-an-sa-gal-e ist der 54. Vorgänger des Mannu-ki-Assur-li; letzterer aber war, wie historisch feststeht, der Eponym des 13. Regierungsjahres König Sargons; dieses wieder entspricht, wie Thontafelfunde mit Inschriften belehren, dem ersten Regierungsjahre Sargons als Königs von Babylonien. Da nun aus dem Regentenkanon, den uns Ptolemäus überliefert hat, hervorgeht, dafs Sargon in Babylonien im Jahre 709 v. Chr. zur Regierung kam, so fällt die 54 Jahre vorher eingetretene Finsternis auf das Jahr 763 v. Chr. und zwar, da der Monat Siwan etwa dem Juni entspricht, auf die einzig in diesem Jahre mögliche Sonnenfinsternis vom 15. Juni. Der Beobachtungsort ist sehr wahrscheinlich Ninive, da es sich um eine Art annalistischer Aufzeichnung von dort handelt. In den Thontafeln wurden aber nur sehr merkwürdige, Aufsehen erregende Ereignisse vermerkt; deshalb ist anzunehmen, dafs auch die Verfinsterung in Ninive sehr beträchtlich gewesen ist. Übrigens ist auch einige Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs es sich hier gleichzeitig um jene Finsternis handelt, von welcher der Prophet Amos (VIII, 9) sagt: „Zur selbigen Zeit, spricht der Herr, will ich die Sonne im Mittage untergehen lassen, und die Erde am hellen Tage lassen finster werden“.

Die zweite fällt auf den 24. November 29 n. Chr. Phlegon, ein Freigelassener des Hadrian, schrieb eine Geschichte der ersten 229 Olympiaden. Es sind nur Bruchstücke seines grofsen Werkes vorhanden. Der Bischof Eusebios von Cäsarea in Palästina (314 bis 340 n. Chr.) zitiert nun in seiner Kirchengeschichte eine Stelle aus dem Phlegonschen Werke. Dort sei eine Sonnenfinsternis im 4. Jahre der 202. Olympiade verzeichnet, welche derart bedeutend gewesen sei, dafs es in der sechsten Tagesstunde Nacht geworden und die Sterne sich gezeigt hätten; und Nicäa sei gleichzeitig durch ein ungeheures Erdbeben zerstört worden. Eusebios bringt diese Stelle mit dem biblischen Berichte zusammen, wonach auch bei der Kreuzigung Christi die Sonne erlosch und ein Erdbeben sich ereignete, und meint, in der Phlegonschen Finsternis eine Bestätigung der Bibel zu sehen; in dieser Annahme sind ihm auch mehrere spätere Kirchenväter und Chronographen des Orients gefolgt. Die historische Kritik hat aber schon lange gezeigt, dafs sich die Phlegonsche Finsternis nicht für die bei Christi Tod ausgeben läfst. Die Phlegonsche Finsternis kann nur am 24. November 29 n. Chr. stattgefunden haben, und die Jahrangabe bei Phlegon ist nach der Zeitrechnungsweise der orientalischen Chronographen (um zwei Jahre früher als nach der gewöhnlichen Olympiadenzählung) zu verstehen. Der Beobachtungsort

ist höchst wahrscheinlich Nicäa selbst (damals der Hauptort in der Entwickelung des Christentums in Kleinasien), oder wenigstens die Provinz Bithynien. Phlegon hat die Nachricht von der Finsternis entweder aus einer nicäischen kirchengeschichtlichen Notiz, oder er ist durch eine Überlieferung aus seiner Heimat Tralles, wo die Finsternis ebenfalls noch sehr auffällig gewesen sein mufs, auf den Gegenstand aufmerksam geworden.

Eine fernere wichtige Sonnenfinsternis ist diejenige, welche Plutarch in seiner Schrift „Vom Antlitz in der Mondscheibe" erwähnt: „Diese (neuliche) Sonnenfinsternis hat gleich nach Mittag begonnen, viele Sterne an vielen Punkten des Himmels sichtbar gemacht und der Luft eine Färbung gleich der Dämmerung verliehen." Nach der eingehenden Untersuchung Pomtows über die Biographie Plutarchs ist der griechische Philosoph 45 n. Chr. geboren; er entstammte einer angesehenen und verbreiteten Familie, deren Glieder in und um Chäronea lebten. Die Schrift, in welcher die Finsternis erwähnt wird, ist jedenfalls eine Jugendschrift, denn Plutarch spricht in derselben zu seinen philosophischen Genossen, d. h. den Jünglingen, mit denen er studierte. Ferner ist sicher, dafs er zur Zeit, als Nero in Griechenland war, d. h. 66/67 n. Chr., mit seinem Lehrer Ammonius in Delphi sich befand, damals etwa 20 Jahre alt war, und sich mit anderen in Delphi philosophischen Betrachtungen hingab; er bereitete sich dort auch für das Priesteramt vor. In diese Zeit des Lehrens und Lernens fällt die für Delphi und Chäronea totale, um 11 Uhr vormittags eingetretene Sonnenfinsternis vom 20. März 71 n. Chr. Plutarch war 26 Jahre alt, als er sie selbst beobachtete, und der Eindruck, den sie auf ihn machte, gab Veranlassung zu seinen auch heute noch interessanten und lesenswerten Betrachtungen über das Gesicht in der Mondscheibe.

Völlig bestimmt der Zeit und dem Orte der Beobachtung nach ist endlich die totale Sonnenfinsternis, welche Marinus in der Biographie seines Lehrers Proclus beschreibt. Proclus (geboren 412 n. Chr. zu Byzantium) war Lehrer der Philosophie zu Athen und als Philosoph wie als Mensch gleich hervorragend. Er soll von musterhafter Sittenreinheit und Charaktergröfse gewesen sein. Marinus, sein Schüler und Nachfolger auf dem Lehrstuhl der Philosophie, verherrlicht darum in der Lebensbeschreibung den weisen Proclus. Bei der Erzählung vom Tode des Proclus erwähnt Marinus als ein Vorzeichen, wie solche dem Hingange aufserordentlicher Menschen immer vorangingen, dafs „vor dem Jahre seines Todes eine solche Sonnenfinsternis eintrat, dafs es bei Tage Nacht wurde,

denn ein tiefes Dunkel entstand und Sterne wurden sichtbar". Das Todesjahr des Proclus, 485 n. Chr. zu Athen, ist sicher und wird auch von Marinus selbst angegeben. Da in der Beschreibung noch hinzugefügt ist, dafs sich die Sonnenfinsternis im Zeichen des Steinbockes (Dezember-Januar) und zwar am „östlichen Himmel" (d. h. früh) ereignet habe, so ist die Finsternis zweifellos sofort feststellbar: es ist die am 14. Januar 484 n. Chr. bald nach Sonnenaufgang für Athen total eingetretene Sonnenfinsternis.

Diese vier angeführten historischen Sonnenfinsternisse dürften derzeit die brauchbarsten für die Mondtheorie sein, da sich Zeit und Ort so ziemlich bei allen ohne Zweifel festsetzen liefsen. Ich glaubte dieselben deshalb und auch darum, weil sie vielleicht weitere Kreise interessieren, erwähnen zu sollen. Es hat sich noch eine Reihe anderweitiger historischer Sonnenfinsternisse gefunden, bei denen die Brauchbarkeit aber keine so unmittelbare ist. Hierauf einzugehen, überschreitet jedoch die Form einer populären Mitteilung. Interessenten finden näheres hierüber in meinem Buche. F. K. Ginzel.

Protuberanzenhöhe und Sonnenfleckenperiode. Fényi in Kalocsa, einer der eifrigsten Protuberanzenbeobachter der Gegenwart, hat auf der im vergangenen Jahre zu Budapest abgehaltenen Astronomen-Versammlung einige Ergebnisse seiner bereits seit 13 Jahren ununterbrochen fortgesetzten Messungen über die Höhe der Protuberanzen bekannt gemacht. Die maximalen, in den verschiedenen Jahren von den gesehenen Protuberanzen erreichten Höhen waren die folgenden:

Datum	Gemessene Höhe	Heliographische Breite
1886, November 27.	212"	— 26°
1887, Juli 1.	165	— 6
1888, September 6.	158	— 15
1889, November 3.	203	+ 35
1890, August 15.	323	+ 41
1891, September 10.	358	+ 29
1892, Mai 5.	531	— 30
1893, September 20.	691	+ 2
1894, Dezember 24.	661	— 30
1895, September 30.	688	+ 29
1896, Juni 20.	406	— 16
1897, Juni 25.	196	— 22
1898, Mai 23.	197	+ 40

Bei Betrachtung dieser Zusammenstellung fällt der Parallelismus in den Schwankungen der Maximalhöhen mit dem Wechsel der Flecken-

häufigkeit ins Auge, wenn man beachtet, dafs ein Sonnenfleckenminimum Anfang 1887, ein Maximum aber im Januar 1894 stattgefunden hat. Da auch im Jahre 1898 bis zum September bereits eine Protuberanz von 197″ Höhe*) erschienen ist, glaubte Fényi die Vermutung aussprechen zu dürfen, dafs das Minimum der Sonnenthätigkeit bereits wieder vorüber sei, worauf ja auch das Erscheinen des grofsen von Nordlicht begleiteten September-Sonnenflecks schliefsen läfst.

Die heliographischen Breiten, in welchen die hohen Protuberanzen beobachtet wurden, sind ziemlich regellos verteilt und lassen nur erkennen, dafs sich diese merkwürdigen Phänomene auf geringere Entfernungen vom Sonnenäquator beschränken, während kleinere Protuberanzen mitunter auch in den polaren Gebieten beobachtet werden.

Natürlich besitzt die Frage, ob diese Flammenausbrüche in Wirklichkeit aus bis zu solch enormen Höhen emporgeschleuderter Materie bestehen oder vielleicht nur fortschreitende Explosionen in einer verhältnismäfsig ruhigen Sonnenatmosphäre sein mögen, auch für den stetigen Beobachter dieser Gebilde das gröfste Interesse. Darum hat Fényi, gestützt auf die Untersuchungen von A. Schmidt, eine Berechnung der höchsten, noch möglicherweise annehmbaren Dichtigkeit der den Sonnenball umgebenden Wasserstoffatmosphäre in der Höhe der Protuberanzen angestellt. Er gelangte zu dem Resultat, dafs diese Dichtigkeit schon in der Höhe der untersten Teile der Protuberanzen völlig gleich Null zu setzen ist, so dafs die als Protuberanzen uns sichtbar werdenden Gasmassen als thatsächlich in den gänzlich leeren Weltraum geschleudert angesehen werden müssen. Auf Grund dieser Rechnung glaubt Fényi die neueren Protuberanzen-Erklärungen von Brester u. a. als unzulässig bezeichnen zu dürfen. F. Kbr.

Die Schwankungen der Spitze des Eiffelturms sind jüngst von Oberst Bassot auf trigonometrischem Wege eine längere Zeit hindurch verfolgt worden. In dem über diese Untersuchung abgestatteten Berichte**) wird mitgeteilt, dafs sowohl bei Tage als auch bei Nacht eine Ruhezeit eintritt, während um die Zeit des Sonnen-Auf- und Unterganges die Bewegungen am stärksten sind. Dies entspricht vollständig dem Gange der Temperatur und zeigt, dafs die übrigens dem Betrage nach geringfügigen, zwischen 3 cm und 11 cm schwankenden Ver-

*) Einer scheinbaren Höhe von 100″ entspricht eine wahre Erhebung von rund 10000 geographischen Meilen über das Niveau der Photosphäre.

**) Comptes rendus, 1897, Seite 903.

schiebungen lediglich auf die ungleiche Erwärmung der Eisenkonstruktion durch die Sonnenstrahlen zurückzuführen sind. Entsprechend dem wechselnden Stande der Sonne neigt auch die Turmspitze je nach der Tageszeit nach verschiedenen Himmelsrichtungen. Soll daher der Eiffelturm als geodätisches Signal benutzt werden, so müssen bei Messungen von hoher Genauigkeit gewisse Vorsichtsmafsregeln zur Anwendung kommen, wie sie in der praktischen Geodäsie auch bei Holzpfeilern im Gebrauch sind. F. Kbr.

Bibliographisches

Hann, Hochstetter und Pokorny: Allgemeine Erdkunde. Fünfte, neu bearbeitete Auflage von Hann, Brückner und Kirchhoff. III. Abt. Pflanzen- und Tierverbreitung von A. Kirchhoff. Mit 157 Abbildungen und 3 Karten. Wien, F. Tempsky, 1899. Gr. 8° XII, 324 S.

Die beste Empfehlung eines Werkes ist sein Wiedererscheinen in wiederholten Auflagen. Das vorliegende Werk erfreut sich seiner fünften Neugeburt, und mit dieser Thatsache könnten wir es dem Interesse unserer Leser ohne jegliches Beiwort empfohlen halten. Wenn wir hier eine kurze Besprechung nicht unterdrücken, so zwingt uns dazu die Neugestaltung, welche das Werk aus berufener Feder erhalten hat. Wie der Autor selbst hervorhebt, soll die Neubearbeitung vor allem mehr dem Geographen gerecht werden, weshalb Abschweifungen in das rein naturgeschichtliche Gebiet vermieden sind. Aus demselben Grunde ist auch der völkerkundliche Anhang der früheren Auflagen in Wegfall gekommen. Dagegen ist die frühere katalogartige Übersicht über die pflanzen- und tiergeographischen Sonderbezirke zu einer textlich zusammenhängenden Darstellung ausgearbeitet worden, der nach unserem Urteile freilich noch manchmal eine kaleidoskopische Aneinanderreihung der Thatsachen anhaftet. Ausgeglichen wird dieser gewifs nicht leicht zu überwindende Mangel durch die vielen, trefflichen Abbildungen, denen zu Liebe andererseits, um den Preis des Werkes nicht zu erhöhen, auf die in älteren Auflagen gebrachten Farben-Drucktafeln verzichtet werden mufste. Unter den neuen Illustrationen ist uns nur eine Inkorrektheit aufgefallen. Als „Jerichorose" wird im Texte, wie es üblich ist, die Crucifere Anastatica hierochuntica aufgeführt, die zugehörige Abbildung zeigt aber eine durch ähnliche hygroskopische (wie Ascherson es nennt: hygrochastische) Eigenheiten gekennzeichnete „Jerichorose", die Komposite Asteriscus pygmaeus. Dem Geographen und Nichtbotaniker wird man diesen Lapsus gern verzeihen, um so mehr, als dadurch der Trefflichkeit des ganzen Werkes keinerlei Abbruch gethan werden kann. Möchte das Buch auch im neuen Gewande zahlreiche Freunde finden! C. M.

Eder, J. M.: Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1899. Halle, W. Knapp, 1899. VIII, 680 S. mit 156 Abbildungen im Text und 39 Kunstbeilagen. Preis: 8.— M.

Der dreizehnte Jahrgang dieser wichtigen Veröffentlichung reiht sich seinen Vorgängern in würdiger Weise an und wird durch seinen reichen Inhalt jedermann völlig befriedigen.

Die Anordnung des Stoffes ist dieselbe wie früher. Kurze Original-Beiträge aus den verschiedensten Gebieten der photographischen Wissenschaft und Technik füllen fast 400 Seiten; es folgt der über 200 Seiten starke, sehr übersichtlich angeordnete Jahresbericht über die Fortschritte der Photographie und Reproduktionstechnik, sowie ein Anhang über Patente und Litteratur. Die Illustrationstafeln gewähren schon an sich einen interessanten und lehrreichen Einblick in die moderne Photographie und bilden aufserdem ein beredtes Zeugnis für die Leistungsfähigkeit der Verlagsanstalt. Sg.

Anleitung zum Bau elektrischer Haustelegraphen-, Telephon- und Blitzableiteranlagen. Herausgegeben von der Aktiengesellschaft Mix & Genest, Berlin, mit 581 Abbildungen. Fünfte erweiterte Auflage 1899.

Dem neuen Katalog, welchen die genannte Firma zu Anfang d. J. versandte, ist nun auch das Lehrbuch gefolgt. Dasselbe enthält die ausführlichen Beschreibungen der Konstruktionen aller Apparate, sowie die erforderlichen Instruktionen für die Montage und viele praktische Winke für den Betrieb derselben.

In der freigebigsten Weise sind die Ergebnisse mühevoller Arbeit in diesem Werk der Allgemeinheit mitgeteilt und die wichtigsten Abbildungen noch durch Werkzeichnungen, Schnitte und schematische Darstellungen der Stromläufe erläutert. Die grofse Zahl der Fabrikate ist inzwischen noch durch Hinzufügung verschiedener Neuheiten gewachsen, von denen die Motorwecker, die Beutel-Briquett-Elemente, die Registrierwerke und Feuermelder besonderes Interesse verdienen.

Sowohl durch die Reichhaltigkeit des Inhaltes, als auch durch die gediegene Ausstattung hat sich die „Anleitung" zu einem stattlichen Werk entwickelt, welches auf 428 Seiten 581 Abbildungen enthält. Der Text ist möglichst klar und allgemein verständlich gehalten, so dafs das Buch allen, die sich für die Fortschritte der Schwachstromtechnik interessieren, auch wenn solche nicht zu den Fachleuten zählen, empfohlen werden kann; den Installateuren wird es aber ein nützliches Hilfsmittel bei Herstellung moderner Anlagen sein. S.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Annales de l'observatoire de Nice publiées sous les auspices du bureau des longitudes par M. Perrotin. Tome I mit Atlas. Paris, Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire, 1899.

Bachs, M., Flora der Rheinprovinz und der angrenzenden Länder. P. Caspari, die Gefäfspflanzen. Dritte, gänzlich neubearbeitete Auflage des Taschenbuches. Paderborn, Ferd. Schöningh, 1899.

Bibliothèque Littéraire de Vulgarisation Scientifique:
- No. 7: Paul Ginesty, La vie d'un Théatre.
- No. 8: Fr. Loliée, Tableau de l'histoire littéraire du monde.
- No. 9: Dr. Michaut, Pour devenir médecin.
- No. 10: Dr. J. de Fontenelle, Les microbes et la mort.

No. 11: M. Griveau, Les feux et les eaux. Paris, Schleicher Frères, éditeurs.

Blochmann, R., Luft, Wasser, Licht und Wärme (Aus Natur und Geisteswelt, Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens). Leipzig, B. G. Teubner, 1898.

Brückner, Ed., Allgemeine Erdkunde, Abteilung II. Die feste Erdrinde und ihre Formen. Wien, F. Tempsky, 1898.

Brunner, K., Die steinzeitliche Keramik in der Mark Brandenburg. Braunschweig. Vieweg & Sohn, 1898.

Eder, J. M., Jahrbuch der Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1899. Halle a./S., Wilhelm Knapp, 1899.

Fitzner, R., Der Kagera-Nil. Ein Beitrag zur Physiographie Deutsch-Ostafrikas. Berlin, Alfred Schall, 1898.

Frese, A., Rügens Kreideformation. Sassnitz a./R., Ferd. Becker, 1896.

Fritzsch, M., Über Gletscherbeobachtungen. Wien, Verlag des deutschen und österreichischen Alpenvereins, 1898.

Gessmann, G. W., Die Pflanze im Zauberglauben. Wien, Hartlebens Verlag, 1899.

Grunmach, L, Die physikalischen Erscheinungen und Kräfte. Leipzig, Otto Spamer, 1899.

Haacke, W., Bau und Leben des Tieres (Aus Natur und Geisteswelt, Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.) Leipzig, B. G. Teubner, 1899.

Hildebrand, Hildebrandson, Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'université d'Upsal. Vol. XXX. Upsal, Edv. Berling, 1898/99.

Jahr, E., Die Urkraft der Welt. Berlin, Otto Enslin, 1899.

Kostersitz, K., Eine Sternwarte auf dem Schneeberg. Wien, Manz'scher Verlag, 1899.

Lang, O., Kalisalzlager. Mit 4 Abbildungen. Berlin, Ferd. Dümmler, 1899.

Leiss, C., Die optischen Instrumente der Firma R. Fuefs. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1899.

Lohmann, H., Über Höhleneis. Wien, Verlag des deutschen und österreichischen Alpenvereins, 1898.

Maas, G., Über Thalbildungen in der Gegend von Posen. Berlin, 1899.

Mohn, H., Das Hypsometer als Luftdruckmesser und seine Anwendung zur Bestimmung der Schwerekorrektion. Christiania, Jacob Dybwad, 1899.

Naturwissenschaftliche Sammlungen. E. Bade, Das Sammeln, Pflegen und Präparieren von Naturkörpern. Berlin, Herm. Walther, 1899.

Niesten, L., Bulletin Mensuel du Magnétisme terrestre de l'observatoire royal de Belgique. Januar, Februar, März. Bruxelles, Hayez, Imp. de l'académie royale de Belgique, 1899.

Petkosek, Joh., Die Erdgeschichte Nieder-Österreichs. Mit 122 Abbildungen und einer Karte. Wien, Hartlebens Verlag, 1899.

Recknagel, M. P., Kurzgefafste populäre Sternkunde. München, J. J. Leutnersche Buchhandlung, 1898.

Schenk, F., Physiologische Charakteristik der Zelle. Würzburg, A. Stuber, 1899.

Schultz, Carl, Die Ursachen der Wettervorgänge. Neuerungen und Ergänzungen zum Weiterbau der meteorologischen Theorien. Wien, Hartlebens Verlag, 1899.

Sonnblick-Verein, Siebenter Jahresbericht für das Jahr 1898. Wien, 1899.

Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Band 30 u. 31:

No. 1: Hamberg, H. E., La pression atmosphérique moyenne en Suède 1860—1895.

No. 2: Ekholm, N. u. Arrhenius, S., Über den Einfluſs des Mondes auf die Polarlichter und Gewitter.

No. 3: Ekholm, N. u. Arrhenius, S., Über die nahezu 26tägige Periode der Polarlichter und Gewitter. Stockholm, 1898.

No. 4: Rubenson, R. Études sur diverses méthodes servant à calculer la moyenne diurne de la température.

Thompson, S., Die dynamoelektrischen Maschinen. Ein Handbuch für Studierende der Elektrotechnik. Sechste Auflage. Nach C. Grawinkels Übersetzung neu bearbeitet von K. Strecker und F. Vesper. Heft 1. Halle a./S., Wilh. Knapp, 1898.

Valenta, Ed., Photographische Chemie und Chemikalienkunde mit Berücksichtigung der Bedürfnisse der graphischen Druckgewerbe. II. Teil: Organische Chemie. Halle a./S., Wilh. Knapp, 1899.

Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der Kaiserl. und Königl. Kriegs-Marine in Pola:

Gruppe II: Jahrbuch der meteorologischen und erdmagnetischen Beobachtungen. Neue Folge, III. Band, Beobachtungen des Jahres 1898.

Gruppe III: Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. II. Heft.

Gruppe IV: Erdmagnetische Reise-Beobachtungen. II. Heft. Pola, Comm.-Verlag von Gerold & Comp. in Wien, 1898.

Veröffentlichungen des Königlichen Astronomischen Rechen-Instituts zu Berlin No. 10. J. Bauschinger, Genäherte Oppositions-Ephemeriden von 32 kleinen Planeten für 1899, Juli bis Dezember. Unter Mitwirkung mehrerer Astronomen, insbesondere der Herren A. Berberich und P. Neugebauer. Berlin, Ferd. Dümmlers Verlag, 1899.

Vogel, E., Taschenbuch der praktischen Photographie, 6. Auflage. Berlin, Gustav Schmidt, 1899.

Zenger, K. W., Die Meteorologie der Sonne und das Wetter im Jahre 1899. Zugleich Wetterprognose für das Jahr 1899. Prag, 1899.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.